

平成20年度ズワイガニ日本海系群の資源評価

責任担当水研: 日本海区水産研究所(木下貴裕、上田祐司、養松郁子)

参画機関: 秋田県農林水産技術センター水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府立海洋センター、兵庫県但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

要 約

ズワイガニ日本海系群の資源評価を、調査手法と漁業規制が異なる富山県以西のA海域と新潟県以北のB海域に分けて行った。

A海域では長期的にみると1990年代後半から資源は回復傾向にあり、2000年代に複数の豊度が高い年級群が加入したことにより、資源水準は低位から中位に回復した。また漁獲圧も長期的に減少傾向にあり、資源保護の観点から小さくおさえるべき若齢(ミズガニ)に対する漁獲圧も低かった。ただし、2008年のトロール調査の結果から2009年に加入する年級群の豊度はあまり多くは期待できない。資源の動向もこれまでは増加が続いていたが、横ばいと判断された。当面は現状の漁獲圧の維持にとどめ、次の豊度が高い年級群の加入を待つべきであろう。ABCは現状のFの維持($F_{current}$)、親魚量の維持(F_{sus})及び現状の漁獲量の維持(Cave)を想定して検討した。 $F_{current}$ で3,900トン、 F_{sus} で4,600トン、Caveでは4,700トンと計算された。

B海域では漁獲努力量の減少によると考えられる漁獲量の減少が続いている。資源水準は高位で動向は横ばいにあり、現状の努力量よりもやや高い程度の漁獲圧であれば、現在の資源水準の維持は可能と考えられる。平均漁獲量の維持とFの維持を検討した結果、ABCは漁獲量の維持で240トン、Fの維持で310トンと計算された。

A海域

漁獲シナリオ (管理基準)	F値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量(百ト ン)		評価(5年後)		2009年ABC 雌雄別の 内訳 (百トン)
			5年後	5年平均	現状親 魚量を 維持	Blimitを 維持	
* 現状の漁獲 圧の維持 (Fcurrent)	♂:0.17 (1.00Fcurrent)	13	—	—	—	—	39
	♀:0.31 (1.00Fcurrent)	25	14~24	16	58%	100%	♂:24.1 ♀:15.0
* 現状親魚量 の維持(Fsus)	♂:0.20 (1.19Fcurrent)	15	—	—	—	—	46
	♀:0.38 (1.24Fcurrent)	30	15~26	18	36%	100%	♂:28.2 ♀:17.9
* 現状の漁獲 量の維持 (Cave-3yr)	♂:0.20 (1.16Fcurrent)	15	28	28	—	—	47
	♀:0.42 (1.37Fcurrent)	32	20	20	31%	82%	♂:27.7 ♀:19.5

コメント:

- 将来漁獲量及び評価は、雄では暫定水域内の韓国漁獲量が不明のため雌のみで行った
- Fcurrent、Caveの期間は2005~2007年、Fsusは親魚量を2003~2006年の漁期後資源量に維持
- ABCの計算は、海区別、雌雄別、カタガニ/ミズガニ別に行い合算した
- 将来漁獲量は2013年の漁獲量(幅は80%区間)、5年平均は2009~2013年の平均
- 1990年代後半から長期的に見ると本資源は回復傾向にあり、現在の漁獲圧は持続的である
- 年は漁期年(7月~翌年6月)
- 中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされている。*を付した漁獲シナリオはこれと合致する。

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F値(雌,雄)	漁獲割合(雌,雄)
2006	290	48	0.37, 0.17	29%, 13%
2007	390	49	0.24, 0.13	20%, 10%
2008	261			

	指標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	2002年漁期終了時の親 魚資源量	2,500トン	2002~2003年が資源水準の低位と中 位の境界
2008年	2008年漁期終了時の親 魚資源量	3,600トン	

水準：中位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
資源量	トロール調査(日水研)
自然死亡係数 (年当たり)	最終脱皮後1年以上経過した個体 $M=0.2$ 未最終脱皮および最終脱皮後1年未満 $M=0.35$ を仮定
漁獲量	県別、漁法別、月別、雌雄別水揚量 漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 韓国漁獲統計資料(URL:http://fs.fips.go.kr/main.jsp) 全国底曳網漁業連合会資料
漁獲努力量 CPUE 資源密度指数	沖合底びき網漁獲成績報告書(日水研)

B 海域

漁獲シナリオ (管理基準)	F値 (F _{current} との比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (百トン)		評価(5年後)		2009年 ABC (トン)
			5年 後	5年平 均	現状親 魚量を 維持	Blimit を維持	
* 現状の漁獲量の維持 (Cave-3yr)	♂:0.08 (0.6F _{current})	6.4	-	-	-	-	240
	♀:0.14 (2.0F _{current})	10.7					
* 現状の漁獲圧の維持 (F _{current})	♂:0.14 (1.0F _{current})	10.2	-	-	-	-	310
	♀:0.07 (1.0F _{current})	5.9					
* 親魚量の確保 (F30%SPR)	♂:0.47 (3.48F _{current})	20.9	-	-	-	-	770
	♀:0.25 (3.48F _{current})	16.4					

コメント:

- ・B海域では加入資源量及び再生産関係が推定できないので、将来予測を行えない
- ・1990年代後半から資源水準は中位もしくは高位にあり、現状の漁獲圧は資源に悪影響を与えない
- ・中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされている。*を付した漁獲シナリオはこれと合致する。
- ・F_{current}は、1998～2002年の平均値、Cave-3yrは2005～2007年の平均値
- ・年は漁期年(7月～翌年6月)
- ・F30%SPRは、混獲され放流された個体が生き残る割合を50%と仮定した値。0%と仮定した場合のABCは590トン

年	資源量(百トン)	漁獲量(トン)	F値(雌,雄)	漁獲割合(雌,雄)
2006	23	232	0.14, 0.09	11.5%, 7.8%
2007	20	247(推定値)	0.11, 0.08	9.5%, 6.7%
2008	27			

	指標	値	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	未設定		
2008年	親魚量(2008年調査時の経産ガニ資源量)	551トン	

水準：高位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
資源量	かご調査(秋田、山形、新潟県)
自然死亡係数 (年当たり)	最終脱皮後1年以上経過した個体 M=0.2 未最終脱皮および最終脱皮後1年未満 M=0.35を仮定
漁獲量	県別、漁法別、月別、雌雄別水揚量 県農林統計(月別、雌雄別統計)
漁獲努力量 CPUE 資源密度指数	沖合底びき網漁獲成績報告書(水研セ) 小型底びき網漁獲成績報告書(水研セ)

1. まえがき

ズワイガニは日本海本州沿岸における最も重要な底魚資源である。中でも石川県から鳥取県に至る各府県の底びき網漁業にとっては、ズワイガニ漁期(11月から翌年3月)の水揚げ金額の60%以上(2006年漁期では68.2%)をズワイガニが占めている(全国底曳網漁業連合会2007)。日本海本州沿岸におけるズワイガニ漁業は、富山県以西のA海域と新潟県以北のB海域で異なる漁業規制が行われている(図1)。また、両海域ではズワイガニに対する漁業の実態、漁獲統計資料の蓄積状態及び調査方法が異なることから、A海域とB海域を分けて資源評価を行った。このため、漁業の状況からABC以外の管理方策の提言までは海域別に記載した。

2. 生態

(1) 分布・回遊

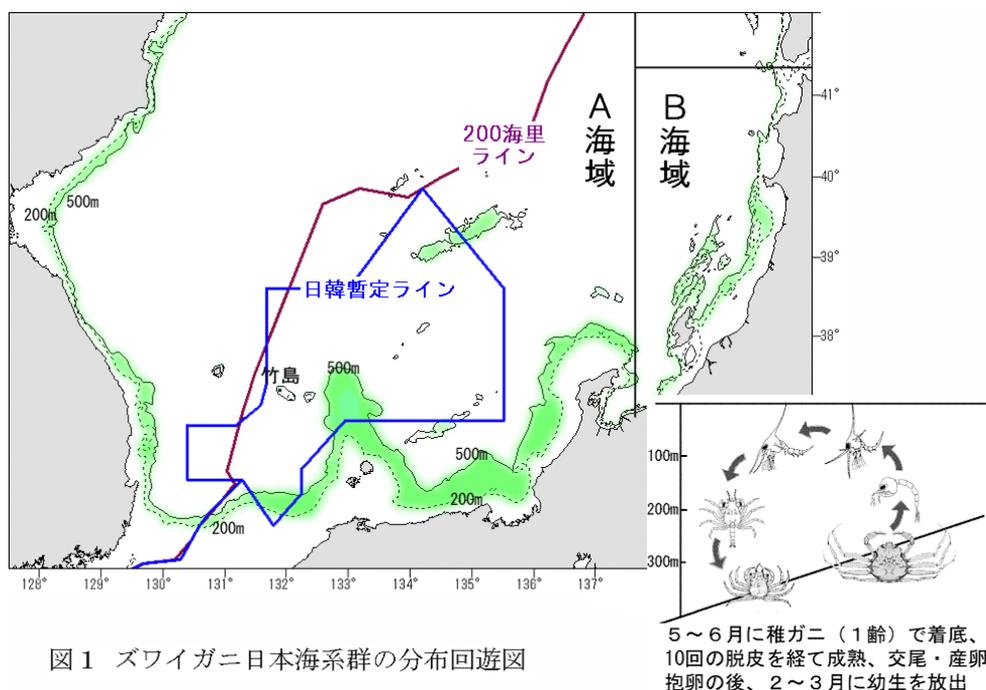


図1 ズワイガニ日本海系群の分布回遊図

日本海における本種の分布範囲は水深200~500mのほぼ全域に及び、日本海を環状にとりまく陸棚斜面の縁辺部および日本海中央部に位置する大和堆に広く分布する(図1)。水深500m以深には近縁のベニズワイガニが分布し、水深500m前後を中心に、これら2種の交雑個体が見られる場合がある。甲幅80mm程度以下で成熟していない個体は、雌雄による分布の差はほとんどみられない。雌の成熟脱皮とそれに続く初産は、ごく限られた比較的浅い水深(海域によって異なる)で集中して行われることが知られている。また、成熟後は雌雄で分布の中心となる水深が異なり、260~300mを境にして、より浅い水深では雌ガニが、より深い水深では雄ガニが、それぞれ卓越して分布する。ズワイガニは孵化後、約2~3ヶ月の浮遊幼生期(プレゾエア期、ゾエア期(2期)、メガロパ期)を経て稚ガニに変態し、着底生活に入る(今 1980)。着底後の移動は主に浅深移動で、標識放流結果から水平的に大きな移動をする例は少ないことが知られている(尾形 1974)。北海道西、本州太平洋側、オホーツク海にも分布するが漁場としての連続性がなく、評価単位としては別系群として取り扱っている。

(2) 年齢・成長

甲殻類は年齢形質を持たないため、成長を追跡することが難しい。ズワイガニの場合は、主に脱皮年齢ごとの平均甲幅を追跡することで年齢の推定が行われている。日本海西部では(今ほか1968)、(山崎・桑原1991)、(山崎ほか1992)などによって年齢(脱皮年齢)と甲幅の関係が示されている。これらの知見に加え、本調査の結果を用いて脱皮年齢と甲幅の関係を整理した(図2)。稚ガニ及び未成熟ガニの間では成長に雌雄差は殆どなく、甲幅60mm台で10齢となる。殆どの雌は10齢、雄では10齢以上(個々によって異なる)で最終脱皮を行う。その後は脱皮しないため、最終脱皮した個体を含む11齢以上は複数の年級群で構成される。稚ガニの期間は1年間に複数回脱皮するので、脱皮年齢と年齢は一致しない。

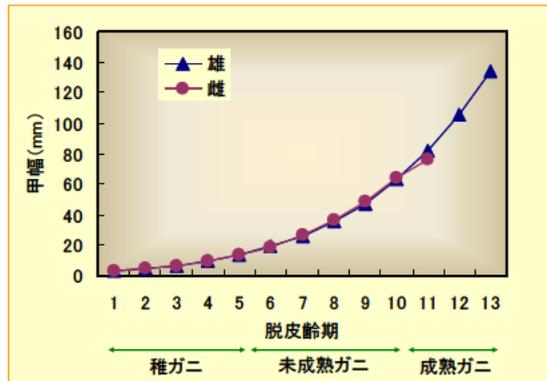


図2 ズワイガニの脱皮年齢と甲幅の関係

(3) 成熟・産卵

産卵期・産卵場は初産か2回目以降の産卵かによって異なる。初めて産卵する雌(初産雌)の産卵期は6~7月で、水深225m前後で成熟脱皮(最終脱皮)し、直後に交尾・産卵(腹に卵を抱く)する。経産(2回目以降の産卵)の雌は、2~3月に水深250m前後で産卵する。初産で1年半、経産で1年の抱卵期間を経て、いずれの場合も2~3月に幼生が孵化し、孵化後短期間のうちに

漁獲対象となるカニの生活周期と漁期(A海域)

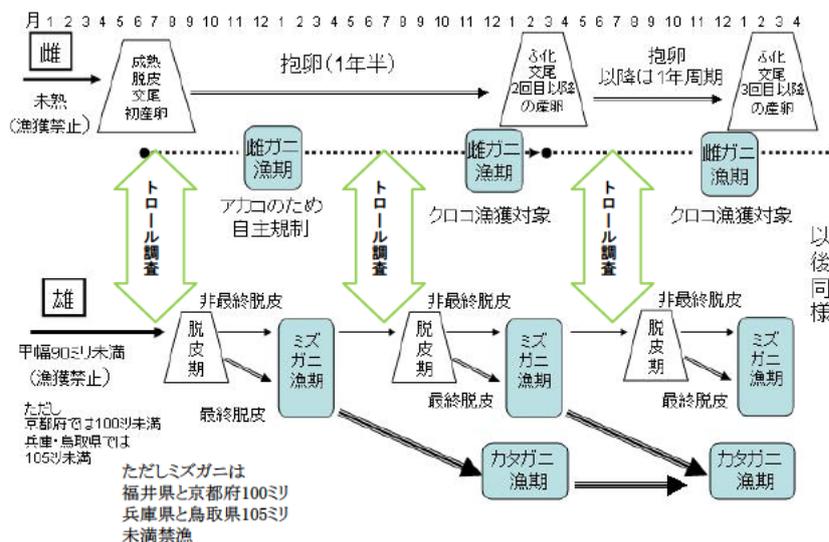


図3 A海域におけるズワイガニの生活史と漁獲の模式図

(参考:成長・成熟に伴う名称の変化)

- ・アカコ: 橙色の未発眼卵を腹部に抱卵している雌。初産では産卵後1年を経過しないと卵は茶褐色から黒紫色の発眼卵にならない。
- ・クロコ: 発眼卵を抱卵した雌。
- ・カタガニ: 最終脱皮後1年以上を経過した雄。
- ・ミズガニ: 最終脱皮していないか、最終脱皮後1年未満の雄。

次の産卵を行う。

省令により、漁獲の対象は、雌では最終脱皮後、雄では甲幅90mm以上に制限されている。A海域ではさらに雌の抱卵状態、雄の甲羅の状態によって漁業規制が行われている(図3)。

(4) 被捕食関係

底生生物を主体に、甲殻類、魚類、イカ類、多毛類、貝類、棘皮動物などを捕食する(尾形1974)。小型個体はゲンゲ類、カレイ類、ヒトデなどに捕食される。

I. A海域

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

日本海では殆どが沖合底びき網漁業(かけ回し、以下沖底と略記する)で漁獲される。沖底以外では、籠、刺網及び板びき網によって漁獲される。日本海中央部の大和堆ではズワイガニの漁獲は禁止されている。ズワイガニは省令と漁業者間の協定により、きめの細かい漁獲規制が設けられている。詳細は後述(6. ABC以外の管理方策への提言)を参照されたい。日本海では韓国もズワイガニを漁獲しており、韓国海洋水産部による「漁業生産統計」によると、近年の漁獲量は急増している(図4、付表1)。平成11年に新日韓漁業協定が発効し、韓国漁船の操業海域は韓国東岸の韓国EEZ内及び日韓暫定水域内に限られることとなったが、暫定水域内の漁獲量は不明である。

(2) 漁獲量の推移

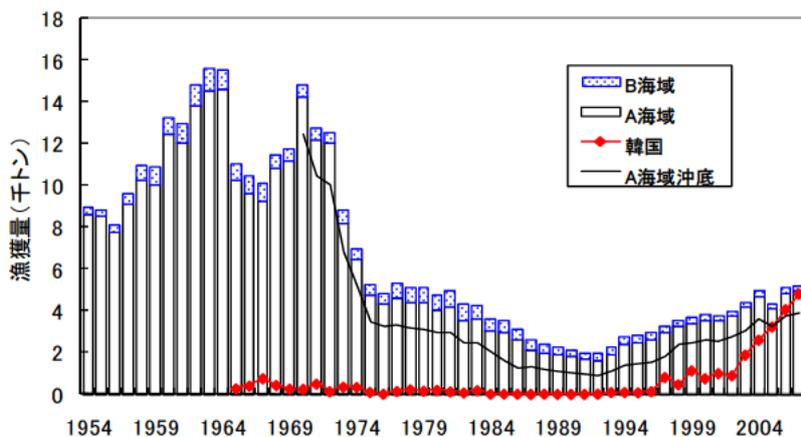


図4 日本海における漁獲量の推移(暦年集計)
日本は積み重ねグラフ; 北海道西岸を除く; 2007年は概数値

日本海におけるズワイガニの漁獲量を図4(付表1)に示した。終戦後、漁業の回復とともに漁獲量は増加し、A海域(富山県以西)とB海域(新潟県以北)を合わせて約15,000トンに達する2回の極大期が認められる。1970年以降、漁獲量は急落し、1990年代初めには2,000トンを下回るまでに減少した。1990年代後半から増加傾向に転じ、2007

年の漁獲量は5,202トン(概数値)であった。海域別では圧倒的にA海域の漁獲量が多く、A海域では沖底の占める割合が高い。韓国の漁獲量も図4に示した。韓国では法令により雌ガニは禁漁で、甲長90mm以上の雄ガニが漁獲対象とされている。韓国の漁獲量は1990年代後半から急増し、2007

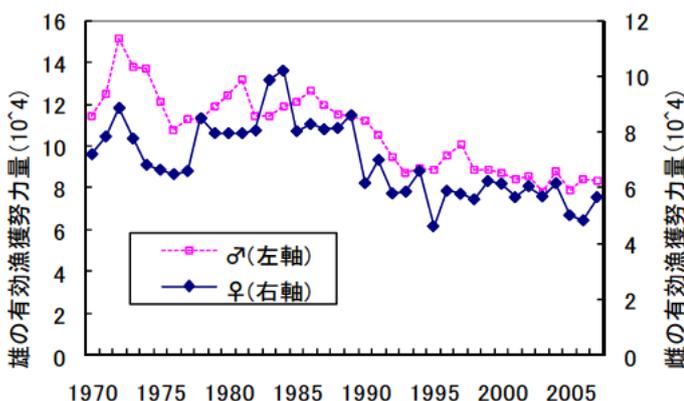


図5 A海域における沖合底びき網の有効漁獲努力量

年の漁獲量は4,817トンと我が国とほぼ同量に達した。

(3)漁獲努力量

A海域では漁獲量の約7割が沖底で漁獲される。この沖底の有効漁獲努力量(総漁獲量÷資源密度指数)の経年変化を図5に示した。なお、これからの年の記述は断りが無い限り漁期年(7月から翌年6月、事実上A海域では11月から翌年3月)を表す。

有効漁獲努力量は長期的に減少傾向が認められる。

4. 資源の状態

(1)資源評価の方法

資源量の推定はトロール調査によって行ったが、調査は近年に限られるので長期的な資源動向や水準の把握は、沖底の統計資料を用いた。

(2)資源量指標値の推移

沖底の漁獲成績報告書による資源密度指数を図6に示した。資源量指数は、緯度経度10分毎の農林漁区及び月を単位として、漁獲量(kg)÷網数で求めたCPUEを合計し、同じく月別に求めた利用漁区数で除して求めた。雌雄ともに密度指数は70年代に急減し、90年代初頭に極小、90年代後半から増加に転じた。その変動傾向は西区(但馬沖以西)で大きく中区(若狭沖以東)で小さい。雌雄で資源の回復の程度が異なり、1970年に比較して近年の水準は、雌は1/2程度にまで回復しているが、雄はまだ1/3程度の水準にある。2006年までは雌雄とも資源密度指数は1990年代以降の回復期で最も高い数値を示したが、2007年の雌は前年を下回った。

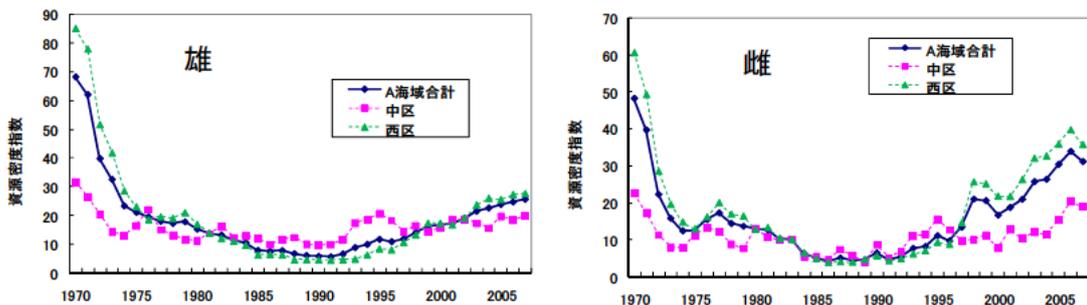


図6 A海域におけるズワイガニの資源密度指数 (西区：但馬沖以西、中区：若狭沖以東)

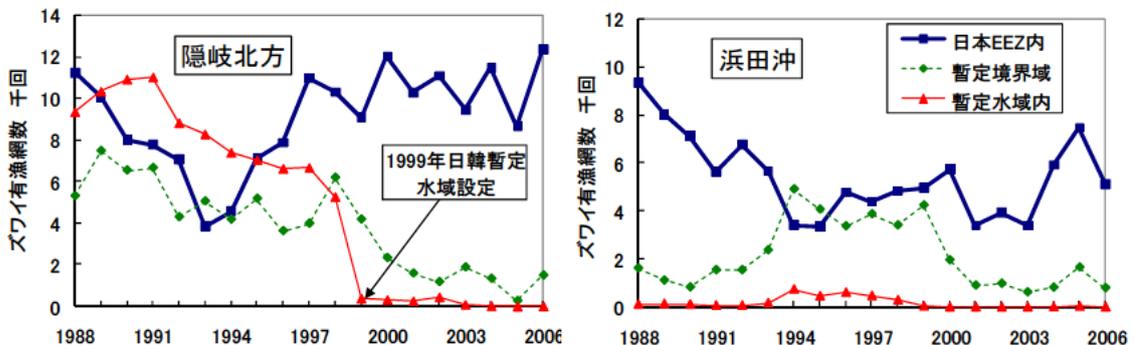


図7 日韓暫定水域内外のズワイガニ有漁網数の推移 (左：隠岐北方、右：浜田沖)

A海域では1999年に浜田沖と隠岐北方に日韓暫定水域が設定された。漁獲成績報告書の漁場位置をもとに、暫定水域内と暫定水域を除く日本EEZ内、及び暫定ラインを跨ぐ境界域に分け

てズワイガニの有漁網数を比較すると(図7)、隠岐北方では暫定水域内での網数はほぼ皆無となり、境界付近の網数も減少した。一方で、暫定水域を除く日本EEZ内での網数は増加し高水準を保っている。浜田沖では以前から暫定水域内の利用は少なかったものの境界付近の利用は大きく減少した。これらのことから、日韓暫定水域設定後の沖底から得られる資料は、暫定水域を除く日本EEZ内の資源状態を指標するものとして取り扱う必要がある(補足資料4)。

(3-1) 甲幅組成の変化

図8-1にトロール調査で得られた雌のズワイガニの甲幅組成を元に、面積密度法(補足資料2)によって推定した甲幅階級別現存尾数を示す。経産ガニは5~6月の調査時点ですでに最終脱皮を終えており、調査後11月から始まる漁期ではクロコとして漁獲対象となる。経産ガニは最終脱皮後の複数年級群が含まれているが、未熟及び初産ガニのモードは単一の年級群で構成される。ここで初産ガニと呼ぶのは調査後に最終脱皮を行い産卵し、漁期間中はアカコとなるが、A海域では自主規制により漁獲対象とならない雌ガニのことである。

2008年の甲幅別現存尾数は2007年と比較して全体的に低く、特に昨年過去最高値を示した経産ガニの減少が著しい。

本評価においてABCを算出する2009年漁期に漁獲対象として資源に加入する年級群は、2008年調査時における初産ガニである。この年級群も2007年の初産ガニよ

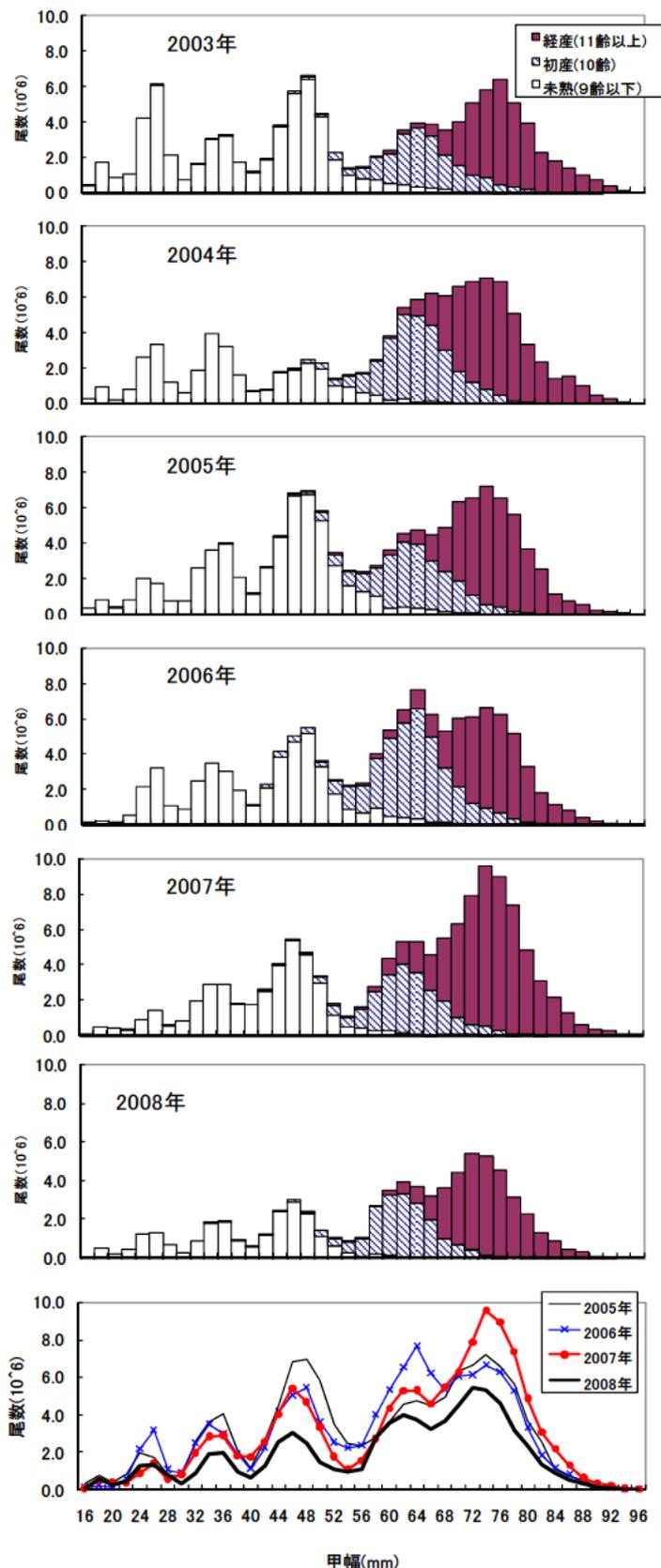


図8-1 トロール調査によるズワイガニ雌の甲幅組成

りもかなり豊度が低い年級群として調査に表れている。

雄の甲幅組成を図8-2に示す。雌同様に2008年の調査では2007年よりも各階級ともかなり少ない現存尾数であった。甲幅約80mmにモードを持つ11齢が2008年の調査後に脱皮して2008年漁期の新規加入群としてズワイガニの主体となる。ABC算出年の2009年漁期に加入するのは甲幅約64mmの10齢であり、2007年の10齢とほぼ同じ程度の豊度であるが、2005年や2006年の10齢に比べるとかなり低い豊度であることが読み取れる。

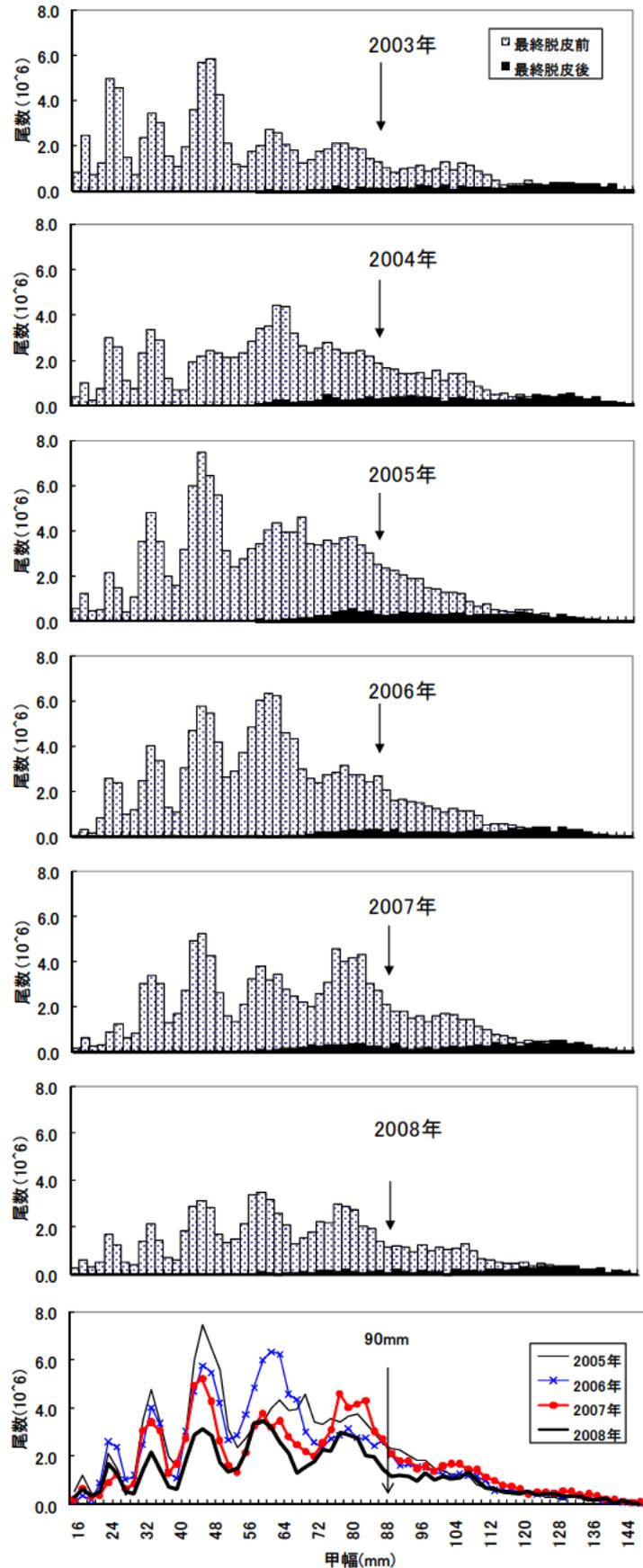


図8-2 トロール調査によるズワイガニ雄の甲幅組成
(矢印は甲幅制限の90mmを示す)

(3-2) 雄の漁獲物の齢期組成

資料の蓄積が不十分であるが、京都府～鳥取県の主要港における齢期別、ミズガニ／カタガニ別の漁獲尾数を図8-3に示す。

この結果からは、ミズガニの漁獲物は12齢が主体であるが、カタガニは12齢及び13齢が主体であり、13齢ではミズガニの漁獲割合は小さくなること、また近年のミズガニ甲幅制限(自主規制)の引き上げにより11齢の漁獲割合が低下しつつあることが読み取れる。

しかし一方では2006年漁期に限られるが福井県の主要港では13齢の主体がミズガニであったという調査結果もあり、漁獲物の齢期組成については、さらに資料の蓄積を図って今後の解析に供したい。

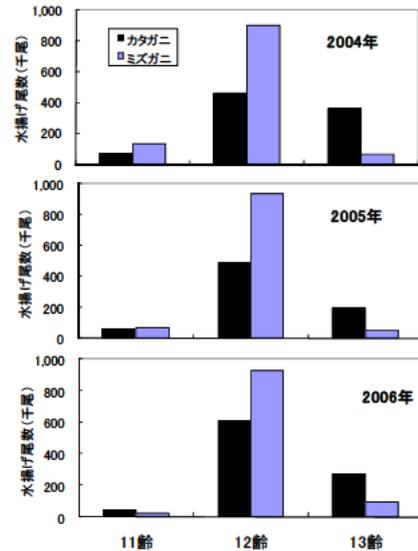


図 8-3 A海域主要港における脱皮齢期別水揚げ尾数

(4) 資源量の推移と漁獲の関係

1) 雌

資源量推定はトロール調査に基づいて行った(補足資料2)。調査から推定された資源量を図9-1に示す。

雌の推定資源量は、調査後の漁期にクロコとして漁獲される経産ガニの資源量である。2008年の調査で推定された資源量は5,800トンと昨年の10,700トン大きく下回り、一昨年程度の水準に低下した。特に隠岐北方、隠岐周辺及び浜田沖での減少が著しく、これら3つの海区の対前年比は53%、これら以外の海区では同じく82%であった。

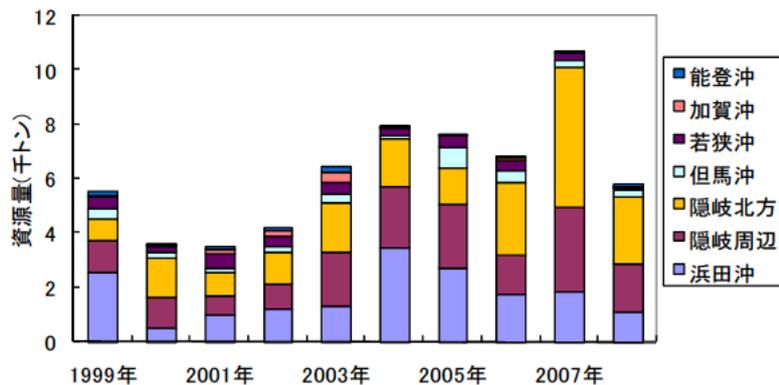


図9-1 A海域における雌(経産)の推定資源量

このような2008年の推定資源量の減少について、①年級群ごとの豊度の推定誤差、②桁網による補足調査、③海底水温による分布の偏りの3点から検討を行った結果、2007年の推定資源量(点推定値)は過大、2008年の推定資源量は過小の可能性はある。詳細については補足資料5を参照されたい。

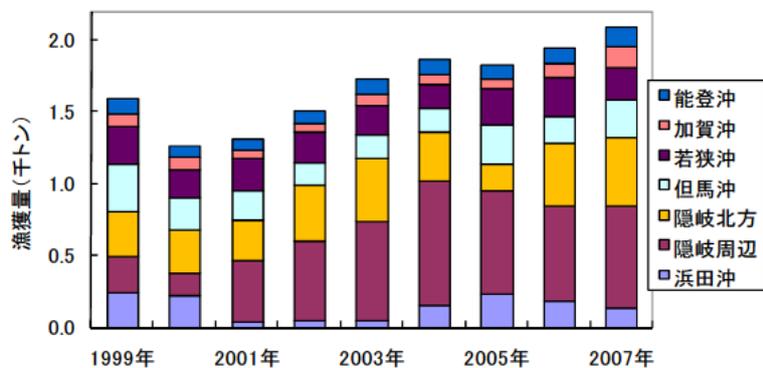


図 9-2 A海域における雌の漁獲量

海区別の漁獲量(図9-2)は、2000～2001年に減少した後増加し、2007年に最大になるなど、推定資源量と全体の変動傾向は似通っているが、その変動は推定資源量に比べて小さい。また資源量が少ない能登沖から但馬沖での漁獲量が1/2から1/3程度を占め、逆に資源量が多い浜田沖での漁獲量が、特に2001～2003年にかけては殆どないことが特徴的である。このため推定資源量と漁獲量から計算した最近3年間の平均Fは(表1-1、1-2)、浜田沖で0.08、浜田沖を除く海域では0.48と大きな差が生じている。

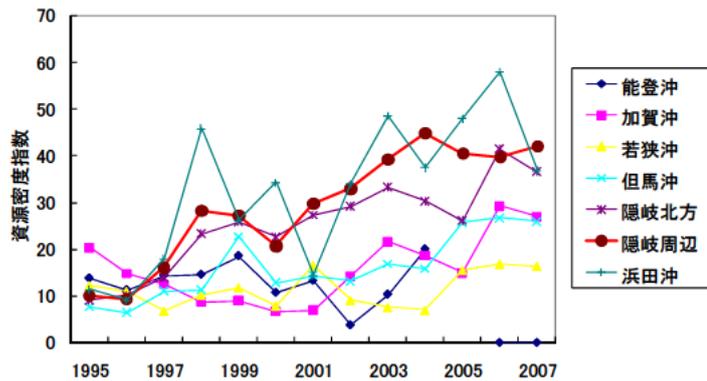


図 9-3-1 雌の海区別資源密度指数

このような海区による資源量と漁獲努力量の偏りは、沖底による指標値にも認められる(図9-3-1、2)。

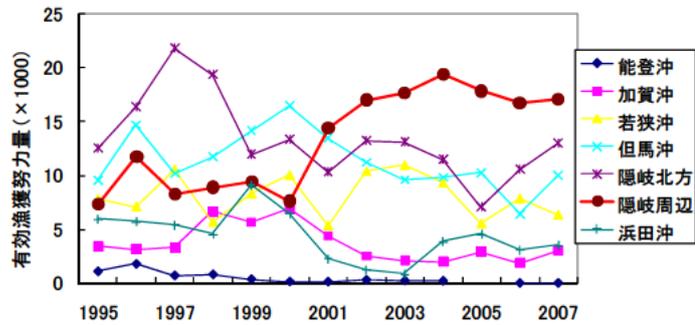


図 9-3-2 雌に対する有効漁獲努力量の経年変化

雌の資源密度指数は隠岐周辺、北方及び浜田沖で高くトロール調査の結果と一致する。一方有効漁獲努力量は隠岐周辺では高い反面、浜田沖では低い水準にある。沖底では許可条件に操業範囲が規定されており、許可水域以外の操業はできない。このような条件下において、資源豊度と漁獲努力量の偏りが生じているものと考えられる。

2) 雄

トロール調査で計算された甲幅90mm以上の雄の資源量を図10-1に、全漁業種類による漁獲量を図10-2に示す。資源量は雌と同様に2008年に減少し、2003年と同じ水準となったが、雌に比べると減少の割合は小さい。

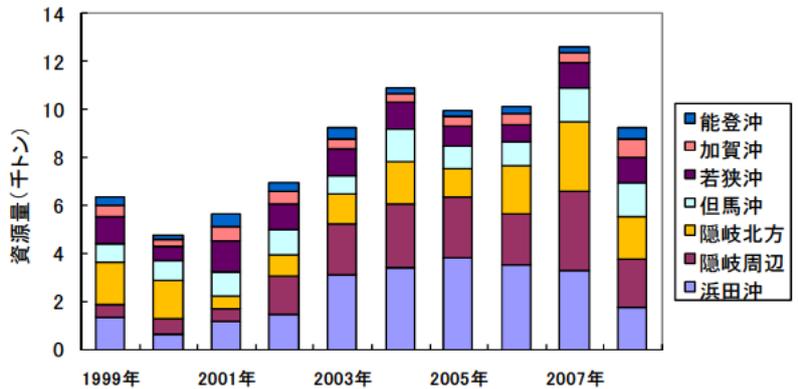


図10-1 A海域における雄(甲幅90mm以上)の推定資源量

一方漁獲量は着実な増加傾向を示していたが、2007年は2006年と殆ど同値であった。海区別の漁獲量は、雌同様に資源量が豊富な浜田沖や隠岐北方の割合は高くない。なお、トロール調査による海区別資源量は、浜田沖と隠岐北方の日韓暫定水域を含む資源量を示

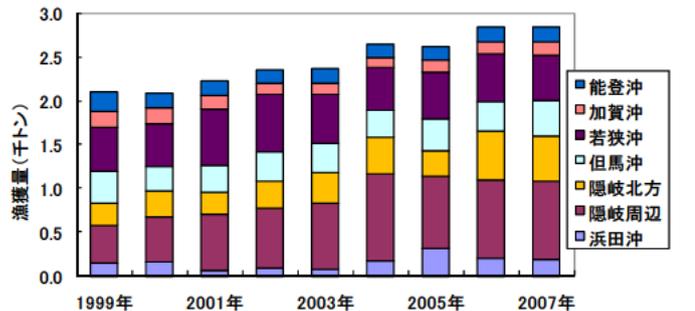


図 10-2 A海域における雄の漁獲量

しているが、前述のように我が国の漁業はこれら暫定水域内の操業が殆ど行われていないことも、これら漁区の漁獲量が少ないことに影響している。

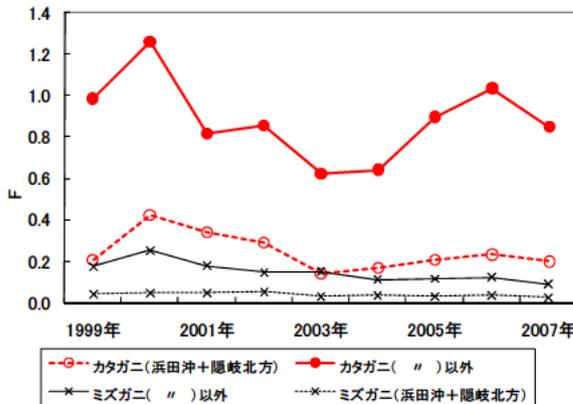


図10-3 雄の銘柄・海区で分けて計算したF

A海域では、雄のズワイガニは最終脱皮後1年以上経過し、甲羅の硬くなったカタガニと、それ以外のミズガニに分けて取り扱われ、自主規制も異なる。暫定水域がある浜田沖と隠岐北方を他の海区と分けて、カタガニ/ミズガニ別にFを計算すると(図10-3)カタガニのFがミズガニより高く、また浜田沖と隠岐北方のFは他の海域より低い。

(5)資源の水準・動向

資源水準の判断には沖底の資源密度指数を用いた。資源密度指数は、雌雄で近年の回復傾向に差があるので、雌雄合計した値を用いた(図11)。

この密度指数の最高値は1970年の約120であり、この値とゼロを3等分して水準の境とすると、2002年と2003年の間に境界が位置し現在の水準は中位となる。

資源動向は、沖底とトロール調査で異なる傾向を示している。これはトロール調査の推定精度(点推定値)と、暫定水域内では沖底の操業が殆ど行われていないために、沖底の密度指数は暫定水域外の日本EEZ内の豊度を示しているためと推測される。最近5年間の資源密度指数の動向は、2007年の雌は前年より減少しているが、これ以外では雌雄ともに増加傾向を示している。しかしトロール調査の結果は雄では横ばい、雌では横ばいから減少傾向を示していることから、横ばいと判断した。

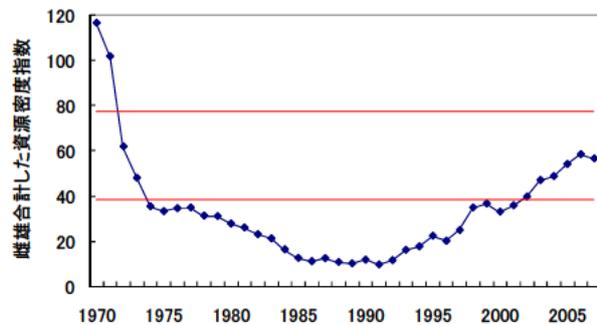


図11 A海域における雌雄合計した資源密度指数(沖底)

(6) Blimitの設定

現状では親になるまでの年数が不明であり、親子関係を基にしたBlimitの設定はできないが、資源水準が低位となった場合には漁獲圧を下げるなどの措置が必要となると考えられるため、Blimitは便宜的に中位水準と低位水準の境界とした。基準とする時期と対象は、漁期直後の雌親ガニ(経産ガニ)資源量を親魚量とし、2002年の資源量である2,500トン(13,852千尾)をBlimitとした。

(7)今後の加入量の見積もり

1)トロール調査から得られた加入前年級群の資源豊度

ABC算出年の2009年漁期に加入する年級群は、2008年トロール調査時点における最終脱皮前の雄の10齢と、雌の初産ガニ(10齢)である。これらの豊度は、2004~2007年の10齢に比べ低い(図12)。

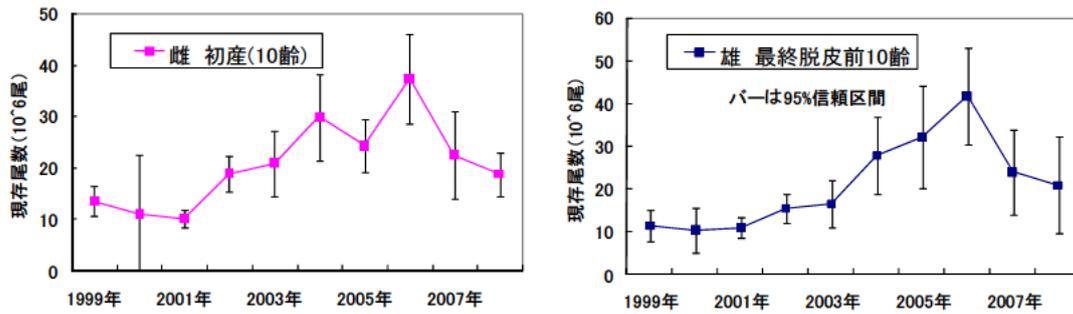


図12 次年度漁獲加入群の現存尾数 (左:雌、右:雄)

しかし、A海域での資源の増加は2001年から認められており、この増加をもたらした年級は2000年以降の10齢である。2008年の10齢は、2000年や2001年と比較すれば高い豊度を保っている。

各年級群の齢期別推定現存尾数を、漁獲加入年別に示した(図13)。2009年に加入する年級群の豊度は、これまでの調査からみても2008年加入群を若干下回る水準で、図12にみられるように2005年及び2007年加入群をかなり下回る水準と推測される。また、9齢まで採集されている2010年の加入群も今のところ過去の年級群に比べると下方に位置しており、多くは期待できない。

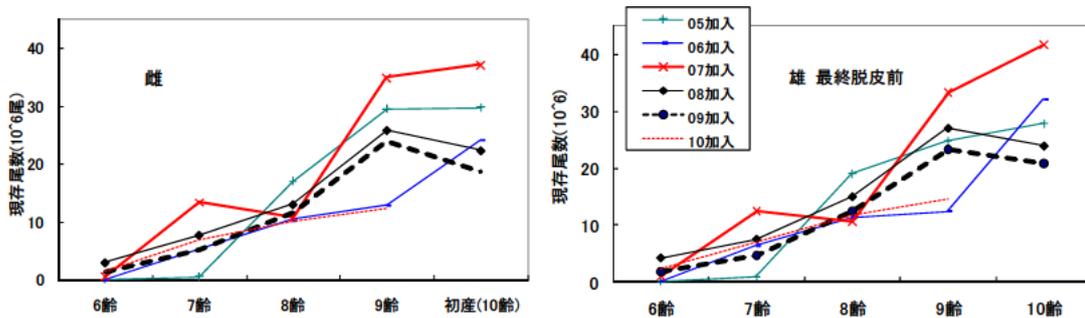


図13 漁獲加入年別の齢期別の現存尾数の推移(左:雌、右:雄)

註1: 雌の09年漁獲加入年級群の場合、初産(10齢)時点の現存尾数は2008年調査による推定、9齢時点では2007年調査、8齢時点では2006年調査によるもの。なお、雌の初産(10齢)は調査実施時期(5~6月)後に成熟脱皮するが、当年度漁期はアカコのため漁獲されず、クロコとなる次年度漁期に漁獲対象となる。

註2: 同じ年級でも齢期が進むほど現存尾数が増加し右上がりの線を示している。これは自然死亡による減耗よりも、トロール網の目合いなどによって、小型個体ほど入網する確率が低いとためと考えられる。

2) 資源変動と海洋環境との関係

日本海のズワイガニ資源の長期変動には、寒冷期では資源の減少または低水準期、温暖期には増加が認められる。海洋環境は1989年以降温暖期へと変化した。日本海のズワイガニ資源が回復傾向を見せたのは、1990年代後半からである。産卵・浮出してから漁獲加入までの年数が5~8年と考えられているズワイガニにとって、約3ヶ月の浮遊幼生期における生残に海洋環境も関与していると想定され、現在、水産庁委託事業である資源動向要因分析調査(<http://www.seibunsha-print.co.jp/demo/doukou/index.html>)の一環として、浮遊幼生期の輸送に注目し調査を実施している。この調査では、産卵(浮出)期における対馬暖流の流軸と、産卵場との位置関

係によって、浮遊幼生の輸送条件が決まり、寒冷期には生残に不利な環境に輸送されることを仮説として、浮遊期の調査を実施している。

この仮説に基づけば、現在の日本海は温暖期が継続しており、今後、寒冷期よりは高い水準の加入が期待される。

(8) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

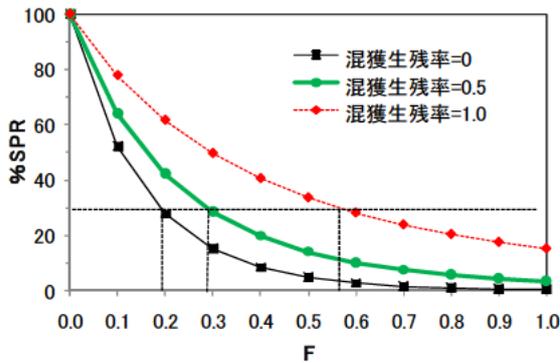


図14-1 雌のFとSPRの関係

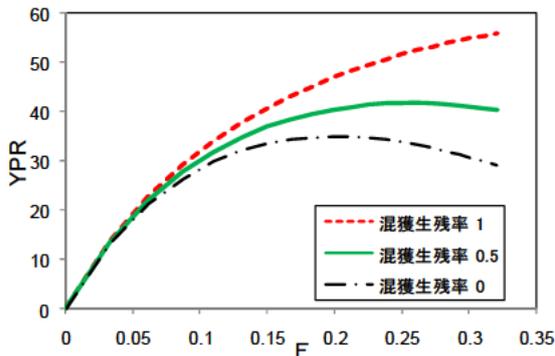


図14-2 雄のFとYPRの関係

管理基準として、雌の場合は%SPR、雄の場合はF0.1を検討した。

雌では、8歳から漁獲加入前に混獲され海中に放流された個体が、生き残る割合を混獲生残率とし、全ての個体が生き残った場合の混獲生残率を1.0、全ての個体が死亡した場合の生残率を0とした(図14-1)。一般に推奨される30%SPRを達成するFは、混獲生残率1.0と仮定した場合F=0.56、生残率0.5の場合F=0.29、生残率0の場合F=0.19であった。最近3年間の雌のFは(表1-2)、0.24~0.37であり、混獲による生残率が0.5よりも悪い場合には注意を要する。ただし、現状のFはトロール調査での漁獲効率を0.442と仮定したFであり、漁獲効率に依存したFである。

雄のFとYPRの関係を図14-2に示した。YPRの計算はSPRと同様に8歳から11歳までの間に混獲され放流された場合の生残率に加え、ミズガニにかかるFを最近3年間の平均からカタガニの13%と仮定して計算した。

混獲生残率の仮定によってYPRの値も変化し、Fmaxは0.20~0.47、F0.1は0.13から0.19の値となった。中間的な生残率0.5の場合、

Fmaxは0.26、F0.1は0.15が得られた。近年のカタガニ、ミズガニを込みにした雄のF(表1-2)は0.13~0.17であることから、F0.1の観点からは現状のFはほぼ妥当な漁獲圧と考えられる。ただし、この現状のFの評価もSPR同様、調査の漁獲効率に依存したFである。

5. 2009年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

A海域の資源は中位・横ばい傾向にあり、資源の増加傾向を支えてきた近年の高水準の加入量は2010年までは期待できない。加入量が増加するまでは現状のFを引き上げず、資源の維持に努める必要がある。現在のミズガニに対する低いFは持続的であり、継続すべきである。



図15-1 初産ガニ(10歳)の現存量の推移

(2) 漁獲シナリオに対応した資源量の変動予測

漁獲シナリオとしては、現状のFの維持(Fcurrent)、親魚量の維持(Fsus)及び現状の漁獲量の維持(Cave-3yr)を想定して検討した。なお、暫定水域内における韓国のズワイガニ雄漁獲量が不明のため、下記のシナリオは雌のみの計算結果であることに注意されたい。

Fsusは確保する親魚量を2003～2006年の漁期後の資源量(漁期中はクロコとして漁獲対象となり、漁期後にゾエアを浮出する雌の経産ガニ、27,228千尾)とし、加入量を初産ガニとして、補足説明資料2に示したABCの計算方法により算出した。2009年は過去に観測された9歳の平均値と2008年の9歳の比を、今までの初産ガニの平均現存量に乗じて推定した。2010年以降は、図15-1に示す平均初産ガニ現存量が加入すると仮定し、2019～2026年の親魚量が2003～2006年の平均値と一致するFを探索的に求めた。得られたFは0.36である(図15-2)。Fsusによる資源量の推移は、2009年及び2010年の初産ガニ現存量が、2008年調査によって近年では少なめと推定されるため一度減少するが、長期的にはF=0.36で2003～2006年の値となる。

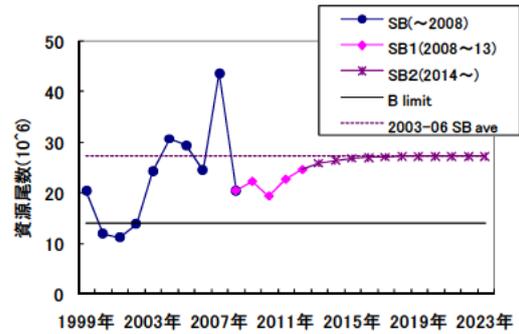


図15-2 Fsus (F=0.36) による漁期後産卵親ガニ資源量の推移予測

Cave-3yr及びFcurrentは、上記の加入量と、各Fによる漁獲の結果を計算した。

漁獲シナリオによる雌の漁獲量及び資源量の今後の推移

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(トン)							
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
現在の漁獲量の維持	Cave-3yr (F=0.42)	2,085	1,737	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	
産卵親ガニ量の確保	Fsus (F=0.36)	2,085	1,737	1,718	1,487	1,753	1,904	1,990	
現在の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.31)	2,085	1,737	1,501	1,346	1,600	1,753	1,845	
		資源量(トン)							
管理基準		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
現在の漁獲量の維持	Cave-3yr (F=0.42)	7,746	3,607	3,706	2,755	3,284	3,717	4,072	
産卵親ガニ量の確保	Fsus (F=0.36)	7,746	3,607	3,938	3,409	4,017	4,364	4,561	
現在の漁獲圧の維持	Fcurrent (F=0.31)	7,746	3,607	4,155	3,728	4,431	4,854	5,108	

註:資源量は漁期終了時点

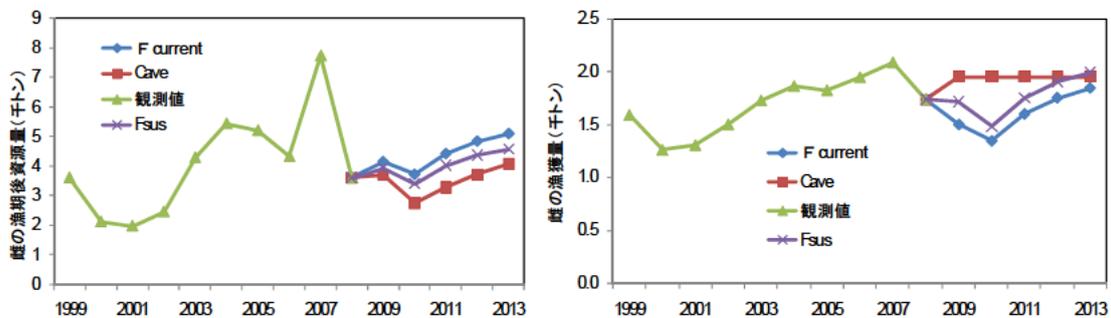


図16 各漁獲シナリオによる雌の漁獲量(右)、及び雌の漁期後資源量(左)の推移

(3) 加入量の不確実性を考慮した検討

不確実性を検討するために、上記同様、過去10年間の初産ガニ現存量を1000回ランダムに与え、シナリオに基づいた漁獲方法で漁獲した場合の資源量と漁獲量を計算した。なお、2009年と2010年は上記同様ランダム値を少なく調整した。

各漁獲シナリオにおいて上記のシミュレーションで得られた結果を図17に示した。

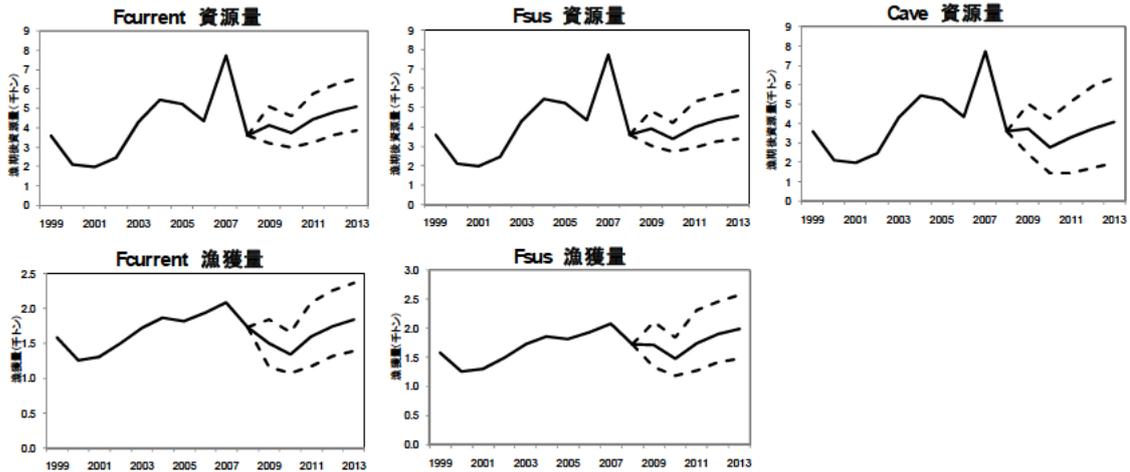


図17 加入量の不確実性を考慮した資源量と漁獲量の推移
(点線は80%区間を示す)

2009年と2010年の加入量は低く予測されるので、資源は2年間減少する。しかし、最近10年間の加入量は比較的高いので資源量は増加する。5年後(2013年)の確率を考慮するとFcurrentまたはFsusでは2013年にBlimitを上回る確率は100%であるが、Caveでは100%とならないことから、管理方策としてはFcurrentまたはFsusの方が望ましい。

(4) 2009年ABC並びに推定漁獲量の算定

上記の雌のシナリオ別の検討に対し、ABCは雄を含めた漁獲量が求められる。A海域では雌雄、海区及びミズガニ/カタガニによって資源と漁獲の関係に大きな違いが生じている。雄では暫定水域を含む浜田沖と隠岐北方で、韓国が漁獲を行っているが、暫定水域内における漁獲量は不明であり、その漁獲圧は無視できない程大きいものと考えられる(補足資料4)。また、カタガニとミズガニでは、ミズガニに対する漁獲規制や、価格差(重量単位でカタガニの方が約5倍高い)により漁業者による選択性が強く働いている(表1-1、1-2)。雌では、近年浜田沖において著しい資源の増大と変動が認められるが、漁船の漁獲努力は他の海区と比較して非常に低く、浜田沖の資源量の変動がABC算定に与える影響が大きい。これらのことから、漁業の実態に即した評価を行うために、ABCは雄では海域別(浜田沖と隠岐北方を合わせた海域と、この2つを除く海域)及びカタガニ/ミズガニ別、雌は浜田沖と浜田沖以外で計算し合計した(補足資料2)。

表1-1 雌雄、海域、銘柄別の資源量と漁獲量

雌雄	海域	銘柄	漁期時点資源量(トン)					漁獲量(トン)		
			2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007
雄	隠岐北方及び浜田沖	カタガニ	1,905	2,382	2,670	1,483	1,363	353	493	481
		ミズガニ	9,013	7,665	10,498	6,157	6,352	260	274	239
		雄海域銘柄合計	20,812	18,555	24,037	17,099	15,414	2,624	2,840	2,838
	隠岐北方及び浜田沖を除く海域	カタガニ	1,956	2,064	2,467	2,388	2,389	1,158	1,332	1,414
		ミズガニ	7,938	6,444	8,401	7,072	5,311	852	741	704
雌	浜田沖		2,506	1,602	1,720	992	1,128	227	181	130
	浜田沖を除く海域		4,531	4,673	8,110	4,351	4,769	1,596	1,763	1,954
	雌海域合計		7,037	6,275	9,830	5,343	5,896	1,823	1,945	2,085
	雌雄合計		27,849	24,830	33,867	22,443	21,311	4,447	4,785	4,922

海域別漁獲量をベースにしているため、実漁獲量と若干異なる。2007年度漁期の実漁獲量は4,912トン

表1-2 雌雄、海域及び銘柄別のF値と、Fcurrentを基準とした時の2009年漁獲量

雌雄	海域	銘柄	F				2009年Fと漁獲量	
			2005	2006	2007	Ave3-yr	F基準値*	ABC
雄	隠岐北方及び浜田沖	カタガニ	0.21	0.23	0.20	0.21	0.21	260
		ミズガニ	0.029	0.036	0.023	0.029	0.029	181
		雄海域銘柄合計	0.13	0.17	0.13	0.14	0.17	2,414
	隠岐北方及び浜田沖を除く海域	カタガニ	0.90	1.04	0.85	0.92	0.92	1,438
		ミズガニ	0.11	0.12	0.09	0.106	0.106	536
雌	浜田沖		0.09	0.12	0.08	0.10	0.10	101
	浜田沖を除く海域		0.43	0.47	0.28	0.37	0.37	1,400
	雌海域合計		0.30	0.37	0.24	0.29	0.31	1,501
	雌雄合計							3,915

*海域合計したF値は、合計した海域別ABCと資源量から計算したFで、海域の割合が変化するとFave3-yrと一致しない、雄ではFave3-yr0.14に対しF基準値0.17、雌ではFave3-yr0.29に対しF基準値0.31

Fcurrentに基づいた2009年の漁獲量を表1-2に示した。雌雄別、海域別に計算したABCを合計したABClimitは3,915トンで百トン未満を四捨五入して3,900トンとした。

Fsus=0.36は雌に対するFであるので、雄を含めたABCの計算は現状のFとの比を用いた。表1-2に示す雌のFvae-3yrは0.29である。Fsus0.36はFave-3yrの1.24倍であるので、この割合を雌雄海域別のFave-3yrに乗じて各Fを求め、合算してABCとした。なお要約表ではFsus=0.38としているが、これは浜田沖と浜田沖以外の海域における資源量の配分率の問題で生じた差である。

Cave-3yrは、表1-1に示した2005～2007年の平均漁獲量4,718トンである。

漁獲シナリオ (管理基準)	F値 (Fcurrent との比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (百トン)		評価(5年後)		2009年 ABC 雌雄別 の内訳 (百トン)
			5年後	5年平均	現状親 魚量を維 持	Blimit を維 持	
* 現状の漁獲圧の 維持(Fcurrent)	♂:0.17 (1.00Fcurrent)	13	—	—	—	—	39
	♀:0.31 (1.00Fcurrent)	25	14~24	16	58%	100%	♂:24.1 ♀:15.0
* 現状の漁獲圧の 維持の予防的 措置($\alpha \times$ Fcurrent)	♂:0.14 (0.80Fcurrent)	11	—	—	—	—	33
	♀:0.25 (0.80Fcurrent)	21	13~21	14	81%	100%	♂:20.4 ♀:12.4
* 現状親魚量の維 持(Fsus)	♂:0.20 (1.19Fcurrent)	15	—	—	—	—	46
	♀:0.38 (1.24Fcurrent)	30	15~26	18	36%	100%	♂:28.2 ♀:17.9
* 現状親魚量の 維持の予防的措 置($\alpha \times$ Fsus)	♂:0.17 (0.99Fcurrent)	13	—	—	—	—	39
	♀:0.31 (0.99Fcurrent)	25	14~23	15	66%	100%	♂:24.0 ♀:14.9
* 現状の漁獲量の 維持(Cave-3yr)	♂:0.20 (1.16Fcurrent)	15	28	28	—	—	47
	♀:0.42 (1.37Fcurrent)	32	20	20	31%	82%	♂:27.7 ♀:19.5
* 現状の漁獲量の 維持の 予防的措置 ($\alpha \times$ Cave-3yr)	♂:0.16 (0.91Fcurrent)	12	22	22	—	—	38
	♀:0.32 (1.05Fcurrent)	26	16	16	60%	97%	♂:22.1 ♀:15.6
<p>コメント:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 将来漁獲量及び評価は、雄では暫定水域内の韓国漁獲量が不明のため雌のみで行った • Fcurrent、Caveの期間は2005~2007年、Fsusは親魚量を2003~2006年の漁期後資源量に維持 • ABCの計算は、海区分、雌雄別、カタガニ/ミズガニ別に行い合算した • 将来漁獲量は2013年の漁獲量(幅は80%区間)、5年平均は2009~2013年の平均 • 1990年代後半から長期的に見ると本資源は回復傾向にあり、現在の漁獲圧は持続的である • αは0.8とした • 年は漁期年(7月~翌年6月) <p>中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされている。*を付した漁獲シナリオはこれと合致する。</p>							

(5) ABCの再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2007年(当初)	Fcurrent	345	56	46	
2007年(2007年再評価)	Fcurrent	393	64	53	
2007年(2008年再評価)	Fcurrent	393	64	53	49
2008年(当初)	Fcurrent	384	62	52	
2008年(2008年再評価)	Fcurrent	261	43	36	

当初資源量は、甲幅組成と予測漁獲量から計算した値。再評価の資源量が当該年の調査から求めた値。2007年の推定値は過大、2008年の推定値は過小の可能性が高い。トロール調査の推定精度を図18-1に示した。

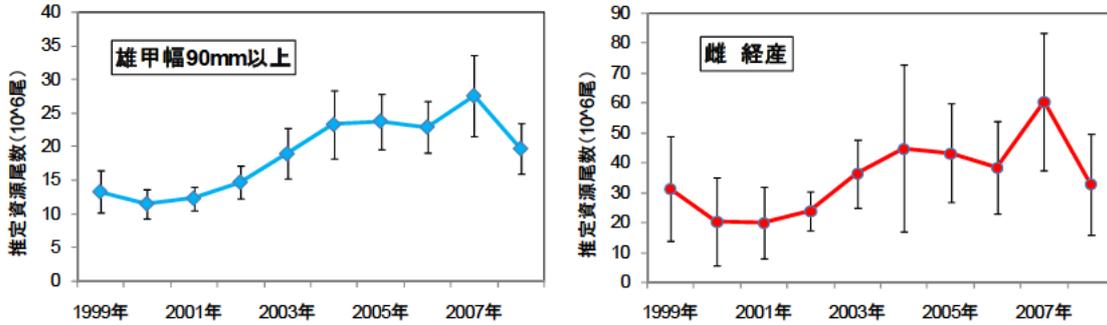


図18-1 トロール調査による推定資源量と、その95%信頼区間

6. ABC以外の管理方策の提言

(1) 省令及び自主規制などによる資源の保護

ズワイガニの漁業規制は、1955年農林省令で富山県以西の海域を対象にして設定された。日本海系群の漁場はA海域(富山県以西)とB海域(新潟県以北)に区分され、異なった規制がなされている。漁期は、A海域では雌ガニは11月6日から翌年1月20日まで、雄ガニは11月6日から翌年3月20日まで、B海域では雌雄とも10月1日から翌年5月31日までに制限されている。両海域とも甲幅90mm未満の雄と未成年雌は禁漁、また日本海大和堆では周年禁漁である。

省令による規制に加え、A海域ではズワイガニ資源保護のために漁業者の自主的な取り組みによって省令よりも厳しい制限を設けている。主な規制としては、雌ガニでは初産(アカコ)の漁獲禁止、また漁期の終了日を10日間早め、1月10日までの66日間に短縮している。雄についても、ミズガニの漁期開始日を45日間遅らせて12月21日とし漁期90日間に短縮している。

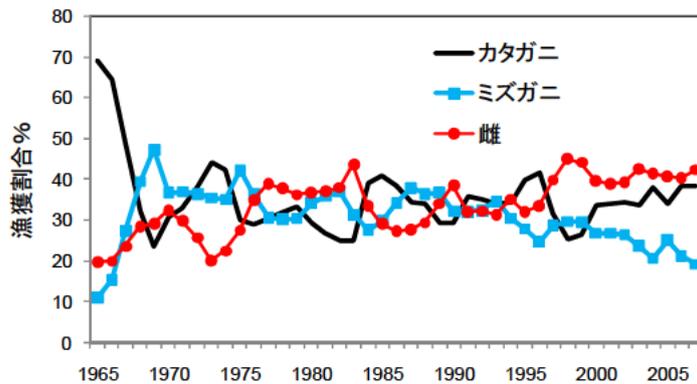


図18-2 雌、ミズガニ及びカタガニが漁獲物に占める割合

さらに各府県の自主規制で、ミズガニの漁期を京都府で21日間、兵庫県と鳥取県で31日間短縮し、事実上京都府のミズガニ漁期は70日間、兵庫県と鳥取県では60日間である。甲幅制限ではミズガニに対して京都府、石川県及び福井県では甲幅100mm未満、兵庫県及び鳥取県では105mm未満を採捕禁止としている。このような規制措置により、ミズガニが漁獲物に占める割合は減少傾向を続け(図18-2)、2007年にミズガニが占める割合は近年最低の19%と10年前の約2/3まで減少している。また兵庫県及び鳥取県では甲幅70mm未満の雌ガニ、甲幅95mm未満のカタガニの採捕を禁止している。漁場では、ズワイガニの禁漁期間中の混獲を回避するための禁漁区を設定するとともに、コンクリートブロックを投入した保護区を造成している。さらに2005年度漁期からミズガニ及び雌ガニについては従来の1航海当たりの漁獲物の上限設定を、より細かく実態に即した尾数制限に切り替えるなど、ズワイガニ資源保護のために多くの取り組みが行われている。

これらの規制措置は、YPRやSPR計算で認められたように混獲回避や成長乱獲の防止にとって有効な方策であり、総量規制としてのTAC管理に加え質的な面での資源管理方策として高く評価されるべきものと考えられる。

(2) その他

ズワイガニは雌雄別、また最終脱皮後の年数によって異なる漁業規制が行われており、将来的にはABCやTACの設定も個別に行うことが考えられる。

日韓暫定水域が存在し、韓国船も同一資源を利用しているが詳細は不明であり、資源評価及び管理は日韓共同で行う必要がある。

II. B海域

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要と漁獲量の推移

B海域における漁業種類別漁獲量を図19-1に示す。B海域では1960年代と1980年代に漁獲量のピークが認められ、その後減少している。A海域とは異なり、ズワイガニの漁獲量に占める沖底の割合は低く、小型底びき網縦曳き1種(かけまわし、以後小底と略記する)の占める割合が高い。また、近年では底曳き網による漁獲量の減少により、相対的に刺網の割合が増加している。

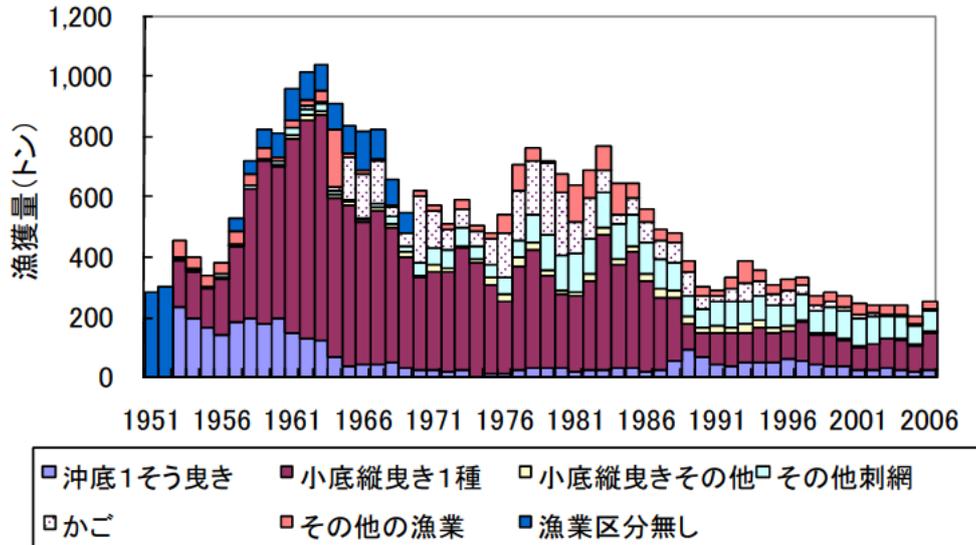


図19-1 B海域におけるズワイガニの漁業種類別漁獲量

(2) 漁獲努力量

B海域の努力量を適切に把握する資料は乏しいが、主要な漁業種類である沖底と小底の隻数は、図19-2に示すように年々減少している。なお、1988年頃に沖底の隻数が増加しているが、これは小底からの転籍によるもので、漁獲量も一時的に増加している。

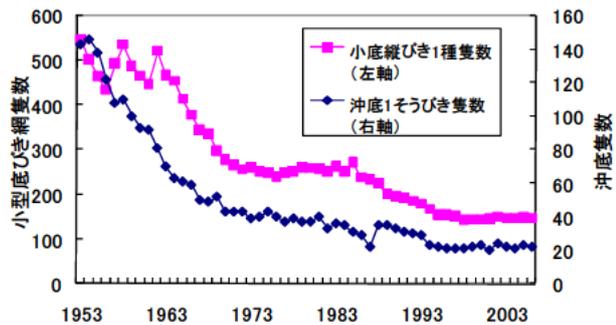


図19-2 B海域における沖底と小底の隻数

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

B海域ではかご調査に基づく面積密度法によってズワイガニの資源量を推定したが、A海域と同様に調査は近年に限られるので、長期的な資源動向や水準の把握は、漁獲成績報告書をもとにした統計に基づいて評価を行った。ただし、B海域では沖底の漁獲量の割合が低いこと、小底の漁獲成績報告書は1977年以降に限られること、また1988年頃に同じ漁船が小底から沖底へ転籍していることから沖底と小底の漁績を区分せずに計算を行った。

(2)資源量指標値の推移

沖底及び小底の資源密度指数は(図19-3)、毎年の年変動は大きいですが、B海域で漁獲量が多かった1980年代と漁獲量が減少した1990年代後半以降を比較すると、漁獲量とは逆に1990年代以降の方が密度指数は高い傾向を示している。近年の動向は雌雄で逆の傾向を示すが、近年の密度指数は1980年代に比べれば比較的高い水準にある。

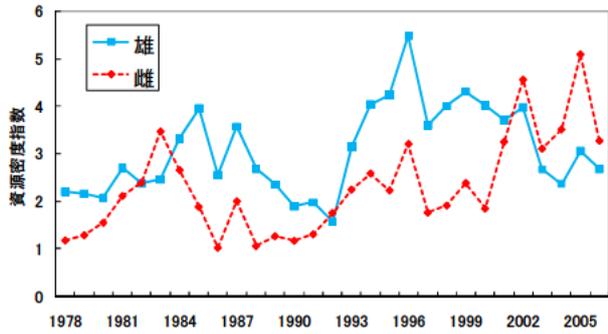


図19-3 B海域における沖底及び小底(かけまわし)による資源密度指数の経年変化(2006年は暫定値)

B海域では漁船数が大幅に減少している。この1980年代よりも近年の密度指数が高い理由が、漁船数の減少によって、よりズワイガニの分布密度が高い漁場に操業海域が集中しているのであれば、総網数に対するズワイガニ有漁網数の割合が増加することが考えられる。しかし、小底の漁績から総曳網数と、ズワイガニが漁獲された有漁網数を集計して(図19-4)比較したが、ズワイガニ有漁網数の割合が増加している傾向は認められなかった。

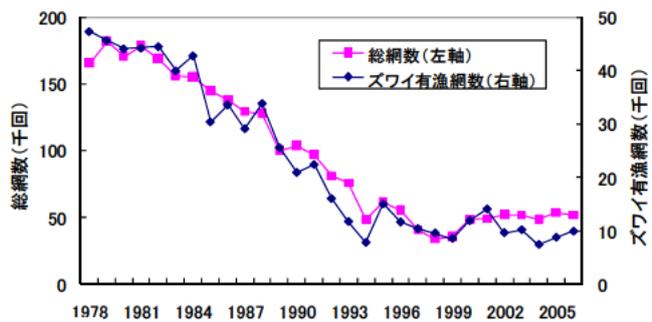


図19-4 B海域における小型底びき網(かけ回し)の総網数とズワイガニ有漁網数

(3)資源量と漁獲割合の推移

B海域では、かご調査によって資源量を推定した(図20-1、補足説明資料2)。

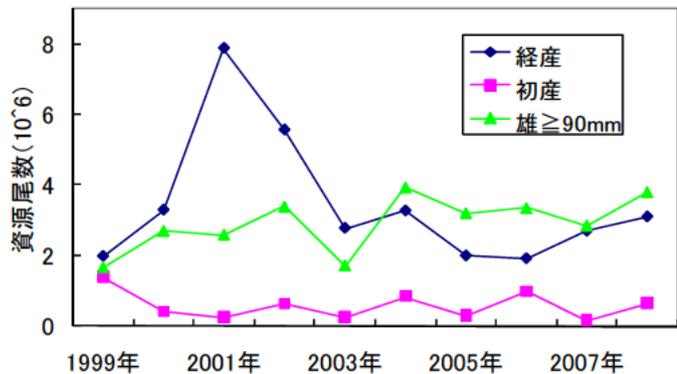


図20-1 かご調査で推定したB海域の資源尾数

推定された資源量は、2001～2002年に雌の経産で高い推定値が得られたが、これらを除くと雌雄ともに横ばい傾向を示している。

FはA海域とは異なり、調査で得られた資源尾数から、その前の漁期まで遡って計算を行った(図20-2)。雌のFの推移からはFの傾向を判断するのが困難だが、雄ではFは全体的に減少傾向を示している。

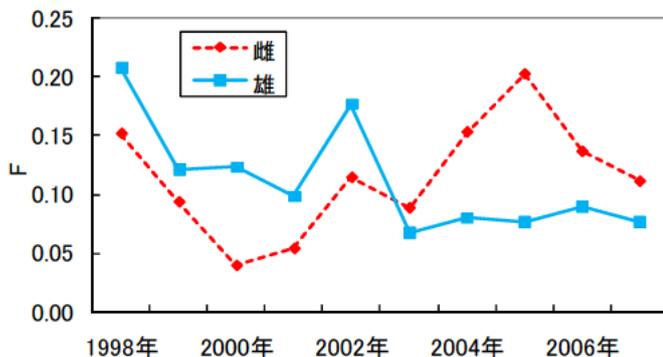


図20-2 B海域におけるFの推移

(4) 資源の水準・動向

前述の雌雄別の資源密度指数は年変動が大きく、また雌雄で傾向も異なるので、雌雄合計の密度指数を計算した(図21)。

密度指数は1990年代中頃からかなり高い水準にあり、最も高い1996年の指数を3等分すると1990年代以降の密度指数の大半は高い水準に位置することから、資源水準は高位と判断した。

資源動向は、近年5年程度の資源密度指数と、かご調査結果から横ばいと判断した。

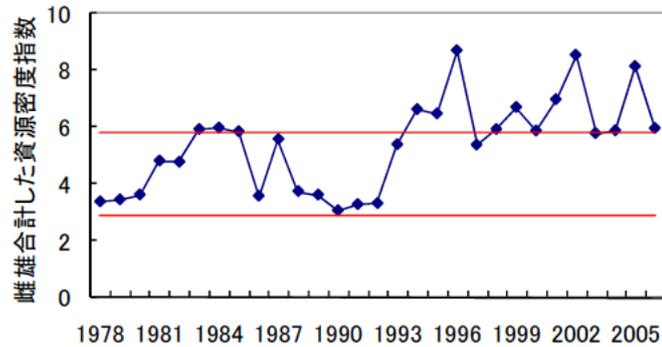


図 21 B海域における雌雄合計した資源密度指数
(沖底+小底、2006年は暫定値)

(5) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

管理基準として%SPRの検討を行った。F0.1はA海域と同様である(図14-2)。B海域ではA海域では禁漁の初産ガニ(アカコ)は漁獲対象なので、%SPRはA海域とは異なる。

混獲生残率が0、すなわち混獲され、海中に放流された個体が全て死亡した場合、30%SPRは $F=0.18$ 、半数が生き残る場合は、 $F=0.25$ 、全数生き残る場合は $F=0.37$ と計算された。アカコが禁漁であるA海域の全数生き残る場合の $F=0.56$ と比較するとB海域は $F=0.37$ であるので、アカコを漁獲対象とする場合、 F は低く抑える必要があることを示している。

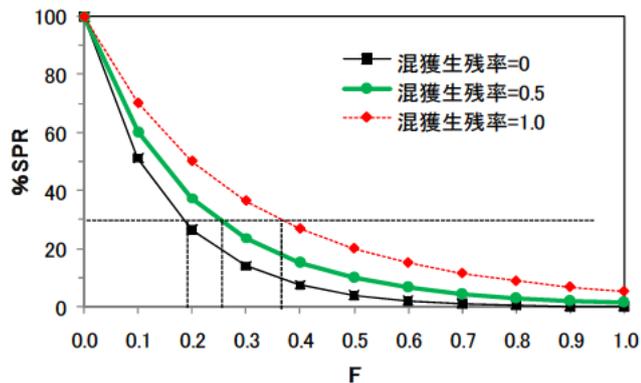


図22 B海域のFとSPRとの関係

B海域の雌の F は、殆どの場合0.2以下であるので、生残率が極めて低い場合を除き、%SPRの観点からは、過度の漁獲努力量が投下されているとは考えにくい。ただしA海域同様、現状の F に対する評価は、かごの漁獲効率に依存した値である。

5. 2009年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

長期的にB海域では大きく漁獲量を減少させているが、同時に漁船数も大幅に減少している。資源量の指標値である資源密度指数は、現在より漁獲量の多かった1980年代に比べて逆で現在の方が高く、近年の資源状態は高位、動向は横ばいにある。これらのことから、近年の漁獲圧は、資源に悪影響を与える水準とは考え難い。

(2) 漁獲シナリオに対応した2009年ABC並びに推定漁獲量の算定

B海域の資源水準は高位水準にあり、現在の漁獲圧は資源水準の維持にとって悪影響を及ぼさないと判断した。中期的管理方針では、「日本海系群、太平洋北部系群及び北海道西部系群に

については、資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう、管理を行うものとする。」とあり、資源量を維持しつつ安定的な漁獲量を確保することを目標に漁獲シナリオを検討した。

漁獲シナリオとしては、現状のFの維持(F_{current})、親魚量の確保(30%SPR)及び現状の漁獲量の維持(Cave-3yr)を想定して検討した。

F_{current}については、1990年代後半以降資源水準は概ね高位で推移しているが、漁獲量は減少から横ばい傾向を示しており、1990年代以降のFであれば資源水準の維持が期待できる。計算できるFは調査が開始後の1998年以降に限られるが、最近5年間の雄のFはさらに低下している。そこでF_{current}として用いる年を1998年から2002年までの5年間の平均とした。(F_{ave}1998～2002年、雌0.07、雄0.14)。

2009年の資源量(N(2009))は、現状の資源状態が継続すると仮定し、直近5年間(2004年から2008年)の調査で得られた資源量から逆算した2003～2007年漁期前資源量の平均値とした。これらの計算を雌雄別々に行い、合算してABCを求めた(補足説明資料3)。

$$ABC=N(2009) \times (1 - \text{Exp}(-F \text{基準値})) \times Bw$$

Bwは平均体重(雄522g、雌177g)である。得られたABCはF_{current}を用いた場合312トンで10トン未満を四捨五入して310トンとした。

親魚量の確保(30%SPR)では、混獲死亡率0.5とした時のF=0.25を用いた。雄に対しては、上記の雌のF_{current}(F=0.07)と30%SPR(F=0.25)との割合を、雄のF_{current}(F=0.14)に乗じて雄の30%SPR(F=0.47)を求め、F_{current}と同様にABCを求めた。計算されたABCは773トンで10トン未満を四捨五入して770トンとした。

漁獲シナリオによる漁獲量及び資源量の今後の推移

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量(千トン)						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
現在の漁獲量の維持	Cave-3yr (F=♂0.08, ♀0.14)	247	240	240	—	—	—	—
現在の漁獲量の維持	F _{current} (F=♂0.14, ♀0.07)	247	240	310	—	—	—	—
産卵親魚の確保	F30%SPR (F=♂0.47, ♀0.25)	247	240	770	—	—	—	—
		資源量(千トン)						
管理基準		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
現在の漁獲量の維持	Cave-3yr (F=♂0.08, ♀0.14)	2000	2700	2700	—	—	—	—
現在の漁獲量の維持	F _{current} (F=♂0.14, ♀0.07)	2000	2700	2700	—	—	—	—
産卵親魚の確保	F30%SPR (F=♂0.47, ♀0.25)	2000	2700	2700	—	—	—	—

注:資源量は調査(7月)時点。加入量及び再生産関係が推定できないので将来予測は不可能

(3)加入量の不確実を考慮した検討、シナリオの評価

各シナリオに対しその予防的措置として、一定の係数 $\alpha=0.8$ を掛けたFまたは漁獲量で漁獲した場合に付いても表に示した。

漁獲シナリオ (管理基準)	F値 (F _{current} との比較)	漁獲 割合 %	将来漁獲量 (百トン)		評価(5年後)		2009年 ABC (トン)
			5年 後	5年 平均	現 状 親 魚 量 を 維持	Blimit を維持	
* 現状の漁獲量の維持 (Cave-3yr)	♂:0.08 (0.6F _{current})	6.4	—	—	—	—	240
	♀:0.14 (2.0F _{current})	10.7					
* 現状の漁獲量の維持の 予防的措置 ($\alpha \times$ Cave-3yr)	♂:0.06 (0.5F _{current})	5.2	—	—	—	—	190
	♀:0.11 (1.6F _{current})	8.8					
* 現状の漁獲量の維持 (F _{current})	♂:0.14 (1.0F _{current})	10.2	—	—	—	—	310
	♀:0.07 (1.0F _{current})	5.9					
* 現状の漁獲量の維持の 予防的措置 ($\alpha \times$ F _{current})	♂:0.11 (0.8F _{current})	8.4	—	—	—	—	250
	♀:0.06 (0.8F _{current})	4.8					
* 親魚量の確保 (F30%SPR)	♂:0.47 (3.48F _{current})	20.9	—	—	—	—	770
	♀:0.25 (3.48F _{current})	16.4					
* 親魚量の確保の予 防的措置($\alpha \times$ F30%SPR)	♂:0.38 (2.78F _{current})	18.2	—	—	—	—	640
	♀:0.20 (2.78F _{current})	13.9					

コメント:

- ・B海域では加入資源量及び再生産関係が推定できないので、将来予測を行えない
- ・1990年代後半から資源水準は中位もしくは高位にあり、現状の漁獲量は資源に悪影響を与えない
- ・中期的管理方針では、「資源の維持若しくは増大を基本方向として、安定的な漁獲量を継続できるよう管理を行うものとする」とされている。*を付した漁獲シナリオはこれと合致する。
- ・F_{current}は、1998～2002年の平均値、Cave-3yrは2005～2007年の平均値
- ・ α は0.8とした
- ・年は漁期年(7月～翌年6月)
- ・F30%SPRは、混獲され放流された個体が生き残る割合を50%と仮定した値。0%と仮定した場合のABCは590トン

(4) ABCの再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (百トン)	ABC _{limit} (トン)	ABC _{target} (トン)	漁獲量 (トン)
2007年(当初)	F _{current}	23	300	240	
2007年(2007年再評価)	F _{current}	20	270	220	
2007年(2008年再評価)	F _{current}	20	270	240	240
2008年(当初)	F _{current}	20	270	220	
2008年(2008年再評価)	F _{current}	27	310	250	

2007年の漁獲量は推定値

6. ABC以外の管理方策の提言

B海域の資源水準は高位にあり、A海域に比べてB海域ではFが低いと考えられることから、漁獲圧には問題は無い。しかし親魚量の確保の面からは、A海域では禁漁とされている初産ガニ(アカコ)の漁獲がB海域では認められており、初産ガニの漁獲の可否についても論議が必要と思われる。

7. 引用文献

- Dawe, E. G., J. M. Hoenig, and X. Xu (1993) Change-in-ratio and index-removal methods for population assessment and their application to snow crab (*Chionoecetes opilio*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50, 1467-1476.
- Hoenig, J. M., E. G. Dawe, D. M. Taylor, M. Eagles, and J. Tremblay (1992) Leslie analyses of commercial trap data: comparative study of catch ability coefficient for male snow crab (*Chionoecetes opilio*). Int. Coun. Explor. Sea C. M. 1992/K: 34: 8p.
- 今 攸(1980)ズワイガニ*Chionoecetes opilio* (O. Fabricius)の生活史に関する研究。
新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告、2、ii+64pp.
- 今 攸・丹羽正一・山川文男(1968)ズワイガニに関する研究-II. 甲幅組成から推定した脱皮回数. 日水誌、34、138-142.
- 尾形哲男(1974)日本海のズワイガニ資源。水産研究叢書26. 64pp. 日本水産資源保護協会、東京。
- 廣瀬太郎・養松郁子・白井滋・南卓志・丹生孝道(2006)深海生物採集用大型桁網(Beni-Zuwai 1号)の開発. 水研センター研報17、69-82.
- 山崎 淳(1996)日本海における雄ズワイガニの漁獲サイズ. 日水誌、62、623-630.
- 山崎 淳・桑原昭彦(1991)日本海における雄ズワイガニの最終脱皮について. 日水誌、57、1839-1844.
- 山崎 淳・篠田正俊・桑原昭彦(1992)雄ズワイガニの最終脱皮後の生残率推定について. 日水誌、58、181-186.
- 山崎 淳・大木繁・田中英次(2001)京都府沖合海域における標識再捕データによる成体雌ズワイガニの死亡係数の推定. 日水誌、67、244-251.
- 全国底曳網漁業連合会(2007)平成18年度日本海ズワイガニ漁業漁獲結果総まとめ資料. 全国底曳網漁業連合会、東京。

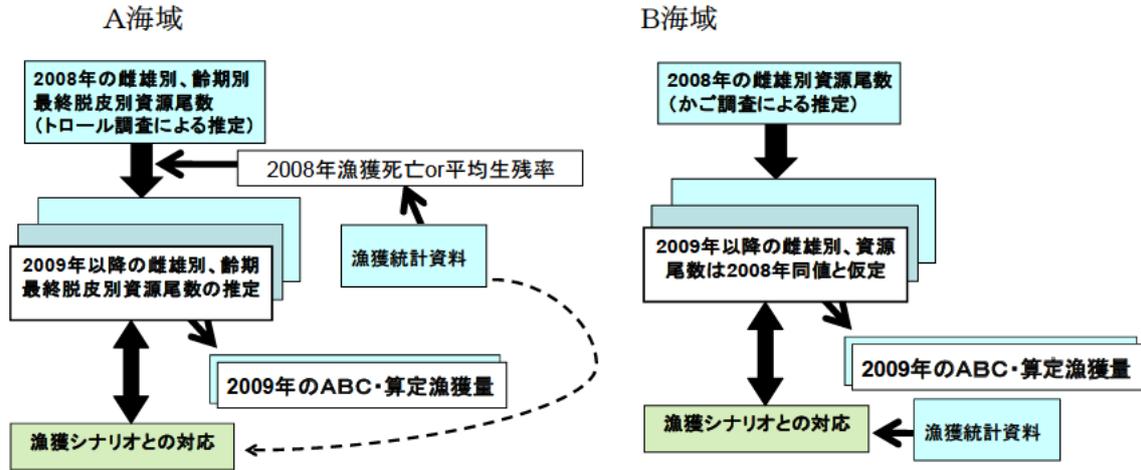
付表1 日本海におけるズワイガニ漁獲量（北海道西を除く、A海域は農林統計、B海域は県統計、暦年）

年	B海域	A海域	日本合計	韓国	年	B海域	A海域	日本合計	韓国
1954年	396	8,573	8,968		1981年	802	4,187	4,989	125
1955年	338	8,501	8,839		1982年	804	3,529	4,333	73
1956年	383	7,721	8,104		1983年	691	3,577	4,268	183
1957年	527	9,079	9,606		1984年	624	3,015	3,639	6
1958年	719	10,274	10,993		1985年	600	2,932	3,532	14
1959年	820	10,039	10,859		1986年	539	2,591	3,130	9
1960年	812	12,468	13,280		1987年	517	2,096	2,613	4
1961年	958	12,041	12,999		1988年	453	1,929	2,382	10
1962年	1,010	13,841	14,851		1989年	384	1,863	2,247	3
1963年	1,038	14,568	15,606		1990年	297	1,806	2,103	3
1964年	908	14,600	15,508		1991年	291	1,691	1,982	2
1965年	823	10,228	11,051	271	1992年	326	1,621	1,947	11
1966年	826	9,641	10,467	403	1993年	386	1,880	2,266	94
1967年	827	9,275	10,102	756	1994年	355	2,424	2,779	98
1968年	661	10,811	11,472	435	1995年	308	2,490	2,798	79
1969年	548	11,194	11,742	253	1996年	322	2,631	2,953	133
1970年	616	14,234	14,850	247	1997年	328	2,938	3,266	815
1971年	572	12,172	12,744	494	1998年	270	3,282	3,552	459
1972年	514	12,056	12,570	132	1999年	280	3,415	3,695	1,134
1973年	588	8,205	8,793	355	2000年	267	3,521	3,788	756
1974年	501	6,434	6,935	340	2001年	246	3,501	3,747	1,001
1975年	481	4,767	5,248	100	2002年	241	3,735	3,976	896
1976年	540	4,308	4,848	9	2003年	252	4,155	4,407	1,889
1977年	708	4,619	5,327	144	2004年	244	4,698	4,942	2,605
1978年	765	4,367	5,132	228	2005年	197	4,121	4,318	3,240
1979年	716	4,424	5,140	155	2006年	252	4,854	5,106	4,062
1980年	735	4,035	4,770	193	2007年	239	4,963	5,202	4,817

*2007年の日本の漁獲量は概数値

補足資料 1

資源評価の流れ

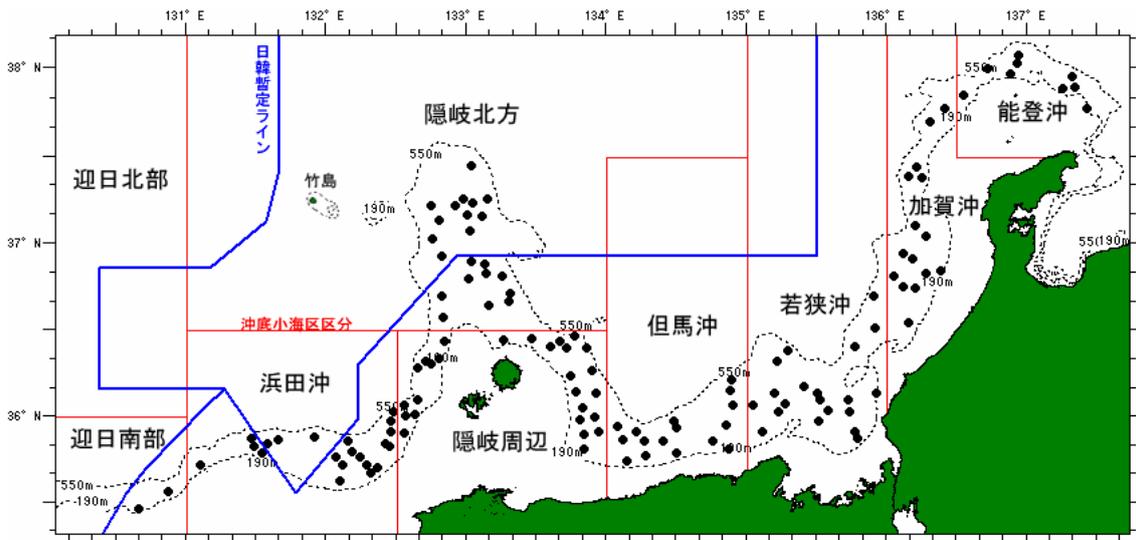


補足資料 2 A海域における資源計算方法

1. トロールによる資源量推定

(1)方法

2008年5～6月に行ったトロール調査結果から面積-密度法により推定した。調査海域は補足図2-1に示す範囲を、沖底の小海区ごとに3層の水深帯に区分して27層に分け、各層の平均採集密度と面積から資源量を計算した。迎日南部は浜田沖に含めた。トロール網の漁獲効率はこれまでと同じ値(0.442)を用いた。総曳網数は132曳網、このうち多量の泥が入網した2曳網を除いた130曳網で計算した。



補足図2-1 資源量計算を行った海域(A海域)とトロール調査点

(2) 計算結果

2008年のトロールによる資源量推定結果を示す。

補足表 2-1 2008年のトロール調査で推定された現存尾数 (単位: 千尾)

雌雄(状態)	年齢	浜田沖	隠岐周辺	隠岐北方	但馬沖	若狭沖	加賀沖	能登沖	合計
雄(最終脱)	6歳	248	26	398	167	231	82	149	1,302
	7歳	2,000	174	932	267	174	165	415	4,127
	8歳	1,126	407	1,920	1,652	755	105	307	6,273
	9歳	1,642	868	8,725	902	1,317	644	435	14,534
	10歳	2,382	1,630	9,323	1,380	3,829	1,427	789	20,759
	11歳	2,413	2,252	9,983	1,466	2,413	1,505	886	20,917
	12歳	1,681	2,403	2,043	1,535	1,580	1,184	443	10,870
雄(最終脱)	10歳+	181	14	169	39	137	40	59	639
	11歳+	659	123	418	81	186	237	204	1,907
	12歳+	844	487	384	318	145	196	488	2,861
	13歳+	740	947	564	740	298	224	60	3,573
	雄合計	13,917	9,332	34,859	8,546	11,066	5,809	4,235	87,763
雌	6歳	150	22	103	136	263	75	134	884
	7歳	1,866	206	932	196	110	123	433	3,866
	8歳	1,296	492	1,548	1,443	619	123	431	5,953
	9歳	1,105	1,258	7,384	996	806	451	451	12,451
	初産(10歳)	2,576	2,709	7,236	1,976	1,654	1,444	1,132	18,728
	経産(11歳+)	6,094	10,210	13,688	1,520	581	260	459	32,812
	雌合計	13,087	14,897	30,891	6,268	4,034	2,475	3,041	74,693
雌雄合計	27,003	24,229	65,749	14,814	15,100	8,285	7,275	162,455	

甲幅組成を年齢別に変換する際には、下記補足表 2-3に従って分割した。計算された現存尾数は、雄が 88×10^6 尾、雌が 75×10^6 尾であった。資源重量を求める時には、雄の場合、甲幅90mm以上を漁獲対象資源として、補足表 2-4 により変換した。雌の場合は平均体重を177gとして用いた。

計算で得られた調査時点の漁獲対象資源量は、雄9.2千トン、雌5.8千トンである。

補足表 2-2 2008年のトロール調査で推定された現存重量 (トン)

雌雄(状態)	浜田沖	隠岐周辺	隠岐北方	但馬沖	若狭沖	加賀沖	能登沖	合計
雄(甲幅90mm以上)	1,745	2,033	1,760	1,418	1,016	792	465	9,229
雌(経産)	1,079	1,807	2,423	269	103	46	81	5,808

補足表 2-3 切断法による脱皮年齢区分に用いた甲幅(mm)

	以上 未満	
	6歳	16
7歳	22	30
8歳	30	40
9歳	40	54
10歳	54	72
11歳*	72	94
12歳	94	124
13歳	124	

*11歳のうち90mm以上の割合は12%

補足表 2-4 重量変換に用いた体重(

	11歳*	12歳	13歳
カタガニ	265	423	858
ミズガニ	249	392	782

最終脱皮後1年以上がカタガニ

11歳は90mm以上に対して

経産ガニ(クロコ)=177g

2. A海域のFと2009年推定資源量の計算方法

計算は雌雄別に、また海域によって資源の利用状況が異なるので、雌の場合は浜田沖と、浜田沖を除く2つの海域、雄では浜田沖と隠岐北方、これらを除く海域の2つに分けて行った。

ズワイガニの漁期は、雌は11月から翌年1月で特に解禁直後に漁獲努力量が集中する。雄では最終脱皮後1年以上経過したカタガニは11月から翌年3月、脱皮後1年未満のミズガニは12月から翌年3月と雌雄及び脱皮後の経過時間で異なるので、ここでは近似的に雌は11月1日、カタガニは12月1日、ミズガニは2月1日にパルス的な漁獲がある場合の式を用いた。調査は5～6月に行われるので、調査時を6月1日とした。自然死亡係数 M は、山崎(2001)を参考に経産ガニは0.2/年、ミズガニは山崎(1996)から0.35/年、カタガニは最終脱皮後1年以上経過している経産ガニと同じ0.2/年を仮定した。

(a)雌

(ア)各年の漁期時点の資源量と F を下記によって求めた。

$$B_{f,t} = N'_{f,t} \cdot e^{-5M_1} \cdot BW_f$$

$$F_t = -Ln\{1 - (C_{f,t} / B_{f,t})\}$$

ここで、

$B_{f,t}$ は t 年の漁期開始時点(11月)での雌(クロコ)の資源重量

$N'_{f,t}$ は t 年5-6月の調査で推定された経産雌の資源尾数

M_1 は経産雌の月あたりの自然死亡係数($M_1=0.2/12$)

BW_f は経産雌の平均体重(177g)

$C_{f,t}$ は t 年の漁獲重量(クロコ)

ただし、調査期間が2003年以前は2004年以降より1ヶ月遅いので、2003年までの $N'_{f,t}$ の計算は $-4M_1$ とした。雄も同様である。

(イ)調査は2008年5～6月に行われたが、ABCを算出する2009年11月～翌3月までの間に2008年漁期の漁獲を計算に入れなければならない。そこで2009年漁期の雌の資源個体数($N_{f,2009}$)は下記の式で求めた(雌ガニは2009年11月に加入するとした)。

$$N_{f,2009} = (N'_{fa,2008} \cdot e^{-5M_1} - C_{f,2008}) \cdot e^{-12M_1}$$

$$+ N'_{fb,2008} \cdot e^{-12M_2} \cdot e^{-5M_1} \cdot \alpha$$

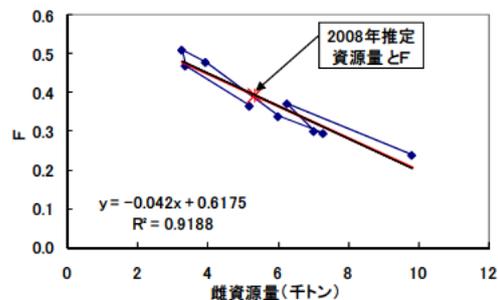
ここで、

$N'_{fa,2008}$ は2008年5-6月の調査で推定された雌の経産ガニ(クロコ)の資源個体数

$C_{f,2008}$ は2008年漁期の予測漁獲個体数(クロコ)。漁獲量の予測は、補足図2-2に示す資源量と F との関係式から求めた。

$N'_{fb,2008}$ は2008年5-6月の調査で推定された2008年秋に初産を行う雌の個体数(アカコ)

M_2 は初産雌の次年調査までの月あたりの自然死亡係数($M_2=0.35/12$)



補足図2-2 A海域における雌の資源量と F の関係及びこの関係式から外挿される2008年漁期の関係

小型の個体の方がトロール網の目合いから逸脱するなど大型の個体よりも漁獲効率が低いことが考えられるので、初産ガニと経産ガニの漁獲効率の差を調節する α を係数として与えた。 α の計算方法を下記に記す。

調査で推定された t 年の経産ガニの個体数は、 $t-1$ 年の経産ガニが漁獲されずに生き残った個体数と、 $t-1$ 年の初産ガニが加入した個体数の合計である。 $t-2$ 年も同様であり下記の式に1999年から2006年までの経産ガニと初産ガニの資源個体数を代入し、2年後の経産ガニの推定値を求め、実際の調査で観測された経産ガニの資源個体数と最も当てはまりの良い係数を探索して求めた。

$$\begin{aligned} N''_{fa,t-1} &= (N'_{fa,t-2} \cdot e^{-5M_1} - C_{f,t-2}) \cdot e^{-7M_1} \\ &+ N'_{fb,t-2} \cdot e^{-12M_2} \cdot \alpha \\ N'_{fa,t} &= (N''_{fa,t-1} \cdot e^{-5M_1} - C_{f,t-1,f}) \cdot e^{-7M_1} \\ &+ N'_{fb,t-1} \cdot e^{-12M_2} \cdot \alpha \end{aligned}$$

$N'_{fa,t}$ は t 年5-6月の調査で推定された雌の経産ガニ(クロコ)の資源個体数

$C_{f,t}$ は t 年漁期の漁獲個体数(クロコ)

$N'_{fb,t}$ は t 年5-6月の調査で推定された初産個体数(アカコ)

α は上記計算によって求めた $N'_{fa,t}$ と、実際の調査で観測された $N'_{fa,t}$ の差を最小にする係数(1.26)

(b) 雄

(ア)雄の場合、最終脱皮前と最終脱皮後では M と漁期が異なり、漁獲量も別個に集計されるので、別々に各年の漁期時点の資源量と F を下記の式によって求めた。

最終脱皮後のカタガニについては漁期開始を12月として、

$$\begin{aligned} B_{ma,t} &= N'_{ma,t,12age} \cdot e^{-6M_3} \cdot BW_{ma,12age} + \\ &N'_{ma,t,13age} \cdot e^{-6M_3} \cdot BW_{ma,13age} \\ F_t &= -Ln\{1 - (C_{ma,t} / B_{ma,t})\} \end{aligned}$$

ここで、

$B_{ma,t}$ は t 年の漁期開始時点での最終脱皮後の雄の資源重量(カタガニ)

$N'_{ma,t,12age}$ は t 年の調査で推定された最終脱皮後の12齢の資源尾数

$N'_{ma,t,13age}$ は // 13齢の資源尾数

M_3 は最終脱皮後1年以上の個体の月あたりの自然死亡係数($M_3=0.2/12$)

$BW_{ma,12age}$ は最終脱皮後1年以上経過した12齢の平均体重(423g)

$BW_{ma,13age}$ は // 13齢の平均体重(858g)

$C_{ma,t}$ は t 年の最終脱皮後1年以上経過した漁獲物(カタガニ)重量

最終脱皮前または最終脱皮後1年未満の雄(ミズガニ)については漁期開始を翌年2月とし、調査から漁期の間に脱皮が生じるので1齢上の体重を乗じた。

$$B_{mb,t} = N'_{mb,t,11age} \cdot e^{-8M_4} \cdot BW_{mb,12age} +$$

$$N'_{mb,t,12age} \cdot e^{-8M_4} \cdot BW_{mb,13age}$$

$$F_t = -Ln\{1 - (C_{mb,t} / B_{mb,t})\}$$

ここで、

$B_{mb,t}$ は t 年の漁期開始時点で最終脱皮前または最終脱皮後1年未満の雄の資源重量(ミズガニ)

$N'_{mb,t,11age}$ は t 年の調査で推定された最終脱皮前の11歳の資源尾数

$N'_{mb,t,12age}$ は // 12歳の資源尾数

M_4 は最終脱皮前または最終脱皮後1年未満月あたりの自然死亡係数 ($M_4=0.35/12$)

$BW_{mb,12age}$ は最終脱皮前または最終脱皮後1年未満の12歳の平均体重(392g)

$BW_{mb,13age}$ は // 13歳の平均体重(782g)

$C_{mb,t}$ は t 年の最終脱皮前または最終脱皮後1年未満の漁獲重量(ミズガニ)

(イ) 2009年漁期の雄の資源量は、韓国の漁獲量が不明のため雌と同様の計算ができない。また暫定水域がある浜田沖と隠岐北方を除いた海域においても、最終脱皮後の13歳が過大に推定されてしまう(平成17年度資源評価報告書、ズワイガニ日本海系、補足説明資料3)。そこで漁獲量を用いずトロール調査の齢期組成から求めた最近3年間の各齢期の平均生残率が、2008年から2009年の生残率と同等と仮定して、2008年の調査時点の齢期別資源量から2009年の調査時点の齢期別資源量を計算し、調査から漁期までの自然死亡を与えることにより、2009年漁期の雄の資源量を求めた。

$$N'_{ma,2009,age} = (N'_{ma,2008,age} + N'_{mb,2008,age-1} \cdot r_{age}) \cdot S_{ma,Ave3yr,age}$$

$$N'_{mb,2009,age} = N'_{mb,2008,age-1} \cdot (1 - r_{age}) \cdot S_{mb,Ave3yr,age}$$

$$S_{ma,Ave,age} = \sum_{t=2006}^{2008} N'_{ma,t,age} / \sum_{t=2006}^{2008} (N'_{ma,t-1,age} + N'_{mb,t-1,age-1} \cdot r_{age})$$

$$S_{mb,Ave,age} = \sum_{t=2006}^{2008} N'_{mb,t,age} / \sum_{t=2006}^{2008} \{N'_{mb,t-1,age-1} \cdot (1 - r_{age})\}$$

ここで、

$N'_{ma,2009,age}$ は2009年5-6月調査時の最終脱皮後の齢期別資源尾数

$N'_{mb,2009,age}$ は // 最終脱皮前の //

$N'_{ma,2008,age}$ は2008年5-6月調査時の最終脱皮後の齢期別資源尾数

$N'_{mb,2008,age}$ は // 最終脱皮前 //

$S_{ma,Ave3yr,age}$ は最近3年の最終脱皮後個体の齢期別生残率

$S_{mb,Ave3yr,age}$ は // 最近最終脱皮前個体の //

$S_{ma,t,age}$ は t 年の最終脱皮後個体の生残率

$S_{mb,t,age}$ は // 最終脱皮前 //

$N'_{ma,t,age}$ は t 年の調査で推定された最終脱皮後の齢期別資源尾数

$N'_{mb,t,age}$ は // 最終脱皮前 //

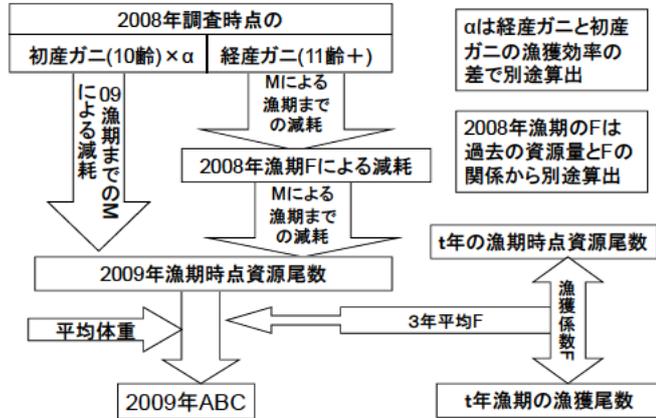
r_{age} は齢期毎の最終脱皮割合

3. FcurrentによるABCの計算

ABCの対象となる漁期は、調査から1漁期挟んだ次の2009年漁期である。

1) 雌の計算方法(補足図2-3)

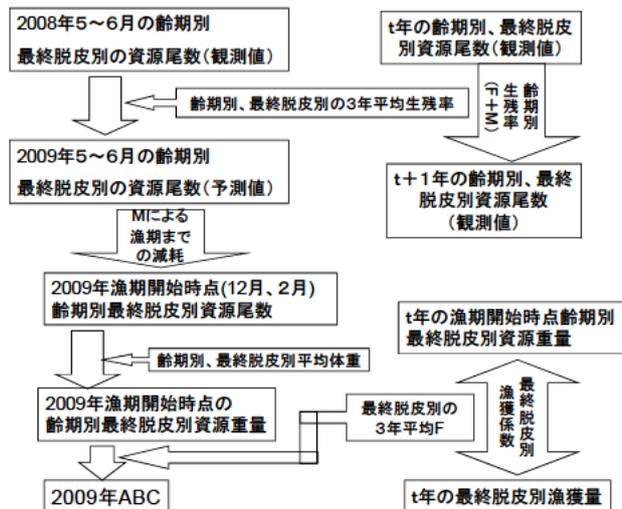
- ①2008年の調査から推定した経産ガニの資源量から2008年漁期までの減耗を計算して2008年漁期の資源量を求める。
- ②過去の資源量とFの関係から2008年漁期の予想Fを求め、2008年漁獲量と計算する。
- ③2008年漁期資源量とF、さらに2009年漁期までのMにより、2009年漁期の既加入経産ガニ尾数を計算する。
- ④2009年漁期の新規加入量は、2008年調査時点の初産ガニ資源量と、初産ガニと経産ガニの漁獲効率の差、及び2009年漁期までのMによる減耗で求める。
- ⑤既加入と新規加入を合計した経産ガニ資源量に、2005～2007年の平均Fと平均体重を乗じてABCを求めた。



補足図 2-3 雌のABC算出までの流れ

2) 雄の計算方法(補足図2-4)

- ①雄は韓国の漁獲量が不明で無視できないことから、雌と同じ方法での推定漁獲量を求めるのは困難である。そこで、調査によるt年とt+1年の最終脱皮別、年齢別の資源尾数から、年齢別の生残率を求める。
 - ②2008年年齢別資源量に各生残率を乗じて2009年調査時点の資源尾数を計算する。
 - ③2009年調査時点から漁期までの自然死亡により漁期時点の資源尾数を計算する。
 - ④年齢別の平均体重を乗じて漁期時点の資源重量を求める。
- 一方Fについては、
- ⑤t年の調査による年齢別資源尾数から漁期までのMと平均体重からt年漁期における資源重量を、最終脱皮別に計算する。
 - ⑥漁獲物は最終脱皮別(カタガニ、ミズガニ別)に把握されているが、年齢別の割合は不明である。そこで調査から計算した年齢別の割合と同等と仮定し、t年漁期の最終脱皮別漁獲量と資源量の関係からFを計算し、最近3年の平均値(Fcurrent=F2005～2007)を求める。
 - ⑦2009年漁期の資源重量④にFcurrentを乗じてABCを求めた。



補足図 2-4 雄のABC算出までの流れ

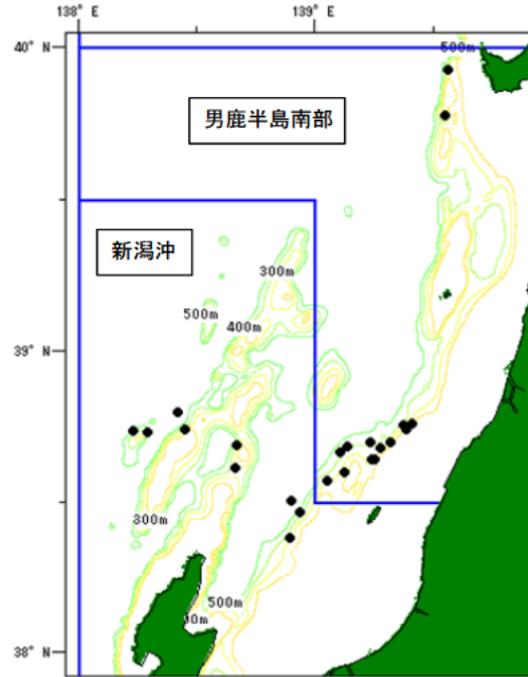
補足資料3 B海域における資源計算方法

1. かごによる資源量推定

資源調査用のカニかごを使い、2008年6～7月に行ったかご一斉調査果から面積密度法によって資源量を推定した。補足図3-1に調査点と海区を示す。この2つの海区と水深200m～500mを100m間隔で区分した3水深帯の6層で資源量の計算を行った。

計算は、面積1km²におけるかご1個、1日当たりの漁獲率を0.005 (Hoening et al., 1992; Dawe et al., 1993、雄に対する値。雌についても雄と同値を仮定。)として計算した。重量に変換する時には雌の体重を177g、雄は522gと仮定した。計算結果を補足表 3-1に示す。

計算された資源量は、雌雄合計して2,655トンであった。



補足図3-1 かご調査の調査点

補足表 3-1かご一斉調査から推定した2008年度漁期のB海域における漁獲対象資源

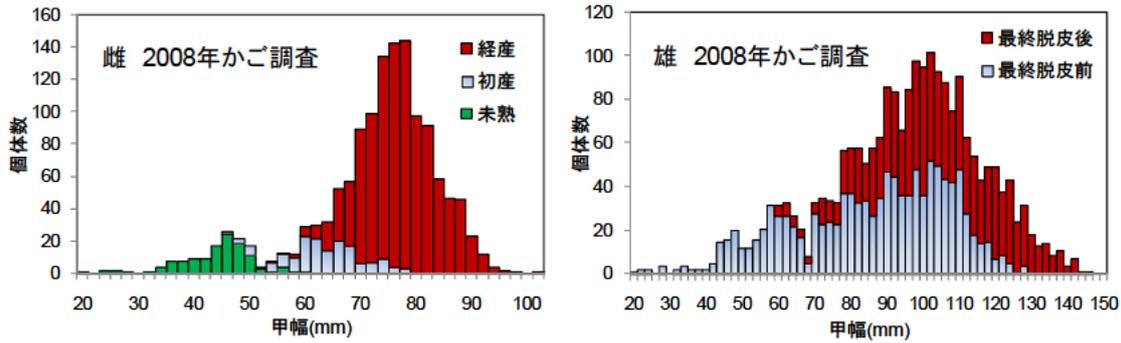
海区	水深帯	面積 km ²	調査 点数	平均密度(尾数/かご)		資源尾数(10 ⁻³)		資源量(トン)	
				雄≥90mm	成熟雌 ¹⁾	雄	雌	雄	雌
新潟沖	200-300	1,116	2	0.3	1.83	73	407	38	72
	300-400	1,102	3	7.7	11.28	1,697	2,487	886	440
	400-500	980	3	2.8	0.92	552	180	288	32
	計		8			2,322	3,074	1,212	544
男鹿 南部	200-300	1,029	4	3.8	0.33	783	67	409	12
	300-400	900	6	3.6	0.43	643	77	335	14
	400-500	647	4	0.5	4.13	68	534	35	94
	計		14			1,493	677	780	120
B海域計			22			3,815	3,751	1,991	664

1)初産ガニを含む 雌雄合計 2,655 トン

2. B海域におけるFの計算方法

ズワイガニの脱皮は、調査時期(6～7月)と漁期(10月～翌5月)の間で起きる。したがって、次年度以降加入する年級群の豊度が推定できないと、調査後に脱皮して資源に加入し、漁期時点での資源となる量を計算することは困難であるが、補足図 2-2に示すように、かごではトロールと比べて小型個体が採集され難い。

雄の場合、甲幅90mm以上の雄は前年の漁期前に脱皮し、前漁期に漁獲された資源の生き残りである。また、雌の場合は、B海域ではA海域と異なり、雌の初産ガニ(アカコ)は漁獲の対象となるので、かご調査で採集された経産ガニは、前の漁期に漁獲の対象となった資源の生き残りである。



補足図 3-2 2008年のかご調査で採集されたズワイガニの甲幅組成

このような採集器具の特性と、両海域の漁獲規制の問題から、B海域では調査で漁獲された資源を、前漁期の生き残り資源として、前漁期から調査までの期間の自然死亡を逆算して前漁期の漁獲対象資源としてFを下記の式によって計算した。

$$N_{t-1} = N'_t \cdot e^{\frac{1}{2}M} + C_{t-1}$$

$$E_{t-1} = C_{t-1} / N_{t-1}$$

$$F_{t-1} = -Ln(1 - E_{t-1})$$

ここで、

N_{t-1} は $t-1$ 年の漁期開始時点での雌または雄の漁獲対象資源尾数

N'_t は t 年6-7月の調査で推定された雌(経産)または雄(甲幅90mm以上)の資源尾数

M は自然死亡係数($M=0.2$)

C_t は t 年の漁獲尾数

漁獲尾数は、B海域の雌雄別漁獲量を、前述の、雌の体重を177g、雄は522gで除して求めた。

補足表3-2 計算されたB海域における資源量とF
調査時資源尾数(N1、千尾)

	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
経産	1,991	3,307	7,897	5,581	2,789	3,285	2,003	1,928	2,709	3,111
初産	1,401	407	254	624	246	845	293	982	157	640
雄 ≥ 90 mm	1,653	2,703	2,598	3,402	1,715	3,950	3,212	3,358	2,856	3,815

前漁期時資源尾数(N2、千尾、Cは含まない)

	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
雌	2,201	3,655	8,728	6,168	3,082	3,631	2,214	2,131	2,994	3,439
雄	1,827	2,988	2,871	3,759	1,895	4,365	3,550	3,712	3,157	4,216

前漁期漁獲尾数(C、千尾)

	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
雌	361	358	346	338	373	335	366	479	438	403
雄	421	384	376	388	365	304	295	297	296	337

利用率 $E=C/(N2+C)$

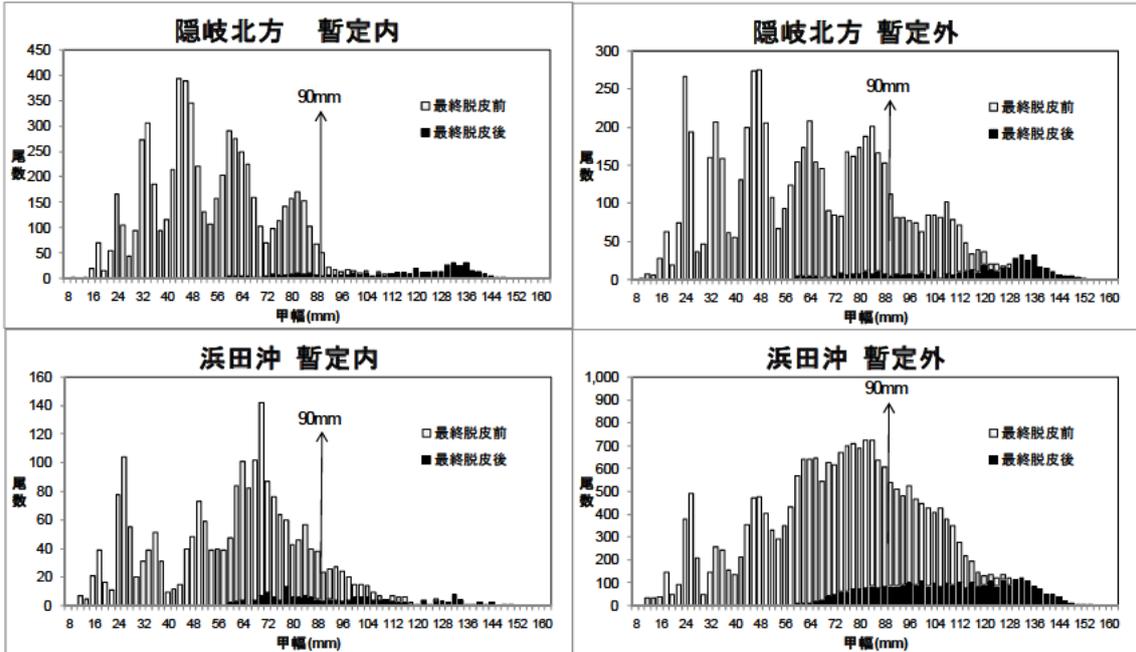
	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
雌	0.14	0.09	0.04	0.05	0.11	0.08	0.14	0.18	0.13	0.10
雄	0.19	0.11	0.12	0.09	0.16	0.07	0.08	0.07	0.09	0.07

$F(-\ln(1-E))$

	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
雌	0.15	0.09	0.04	0.05	0.11	0.09	0.15	0.20	0.14	0.11
雄	0.21	0.12	0.12	0.10	0.18	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08

補足資料4 日韓暫定水域における甲幅組成の比較

浜田沖及び隠岐北方に存在する日韓暫定水域内における漁獲圧を推測するために、トロール調査で採集された雄の甲幅組成を暫定水域内と、暫定水域外の日本EEZで比較した。調査は毎年暫定水域内にも調査点を配置しているが、韓国のもと考えられる設置漁具のために、計画した調査点での調査は困難な場合が多く、この場合同一水深帯の曳網可能な場所へ移動して調査を行うために継続した調査点での調査が難しい。また、調査点数も少ないため、2003～2007年に行った調査結果をまとめて甲幅組成を頻度として示した(補足図4-1)。

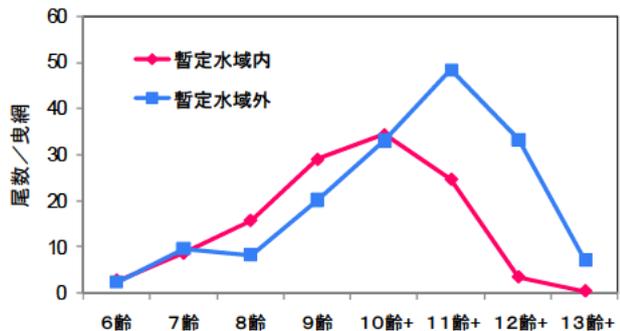


補足図4-1 浜田沖と隠岐北方における、暫定水域内外の雄の甲幅組成

韓国では甲長90mm未満は禁漁とされているが、ズワイガニの場合甲長と甲幅は殆ど同じ値なので、甲幅90mm以下の個体は韓国でも禁漁と読み替えてもかまわない。

暫定水域内外で最も極端に差がみられるのは、隠岐北方における90mm以上の個体の割合であり、暫定水域外の日本EEZ内でみられる90mm以上の個体の割合が、暫定水域内では極端に少ない。浜田沖においても隠岐北方ほどではないが、暫定水域外に比べて暫定水域内の90mm以上の個体の割合が少ない。

本評価で用いている切断法により甲幅組成を年齢別に分解し、1曳網当たりの年齢組成にまとめた(補足図4-2)。1曳網当たりの分布密度で比較すると、10齢までは両水域で殆ど差が無く、11齢から暫定水域内の密度が減少し、12齢(甲幅90mm以上)になると暫定水域内の密度は極端に減少する。



補足図 4-2 日韓暫定水域内外の1曳網当たりの分布密度(浜田沖、隠岐北方混み)

海域	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳
日本EEZ(暫定水域を除く)								
最終脱皮後								
浜田沖	0	0	0	0	125	833	1,424	1,066
隠岐北方	0	0	0	0	25	83	139	231
最終脱皮前								
浜田沖	306	1,175	853	2,387	4,615	6,297	3,598	0
隠岐北方	123	570	634	1,248	1,186	1,489	837	0
暫定水域内								
最終脱皮後								
浜田沖	0	0	0	0	20	71	52	32
隠岐北方	0	0	0	0	23	133	31	1
最終脱皮前								
浜田沖	88	248	172	256	656	489	109	0
隠岐北方	110	369	950	1,809	1,745	1,065	58	0

調査で漁獲されたズワイガニ雄の齢期別尾数を補足表4-1に示す。この値を基に暫定水域内と暫定水域外の日本EEZ内のFの試算を行った。

前提としたのは、①暫定水域内外の移動は無い、②加入量と漁獲圧は一定の平衡状態、③加入量は最終脱皮前の11歳、既加入量は12歳以上とした。計算結果を補足表4-2に示す。

補足表4-2 加入量と漁獲圧を一定、移動無しと仮定した場合の試算結果
日本EEZ(暫定水域を含まず)

海域	既加入群	新規加入群	生残率 S	全減少Z	F(M=0.35)	F(M=0.20)
浜田沖	6,088	6,297	0.49	0.71	0.36	0.51
隠岐北方	1,207	1,489	0.45	0.80	0.45	0.60
合計	10,593	10,703	0.50	0.70	0.35	0.50
暫定水域内						
海域	既加入群	新規加入群	生残率 S	全減少Z	F(M=0.35)	F(M=0.20)
浜田沖	193	489	0.28	1.26	0.91	1.06
隠岐北方	90	1,065	0.08	2.55	2.20	2.35
合計	283	1,555	0.15	1.87	1.52	1.67

調査においては、最終脱皮後の個体が前年に最終脱皮したか、それ以前に最終脱皮したか区別ができないので、真の生残率を求める事はできない。そこで、Mは0.35の場合と0.2の場合でFを求めた。得られた結果は、隠岐北方の場合、暫定水域内のFは2.20～2.35の値となり、暫定水域外の0.45～0.60を大きく上回るものであった。

この計算は試算の域にあり、多くの仮定を含むものではあるが、少なくとも暫定水域内では甲幅90mm以上の個体が殆ど認められない事、1999年以降事実上日本は暫定水域内では漁業を行っていない事から、暫定水域内での韓国の漁獲圧は極めて大きいものと推測される。

補足資料5 2007年及び2008年推定現存量の再検討

2007年加入級群は、数年前からの調査で高い豊度の年級群として期待されていた(図13)。2007年のトロール調査においても経産ガニとして2006年比で160%と非常に高い資源量が計算され(図9-1)ABCも過去最大の値となった。しかし、2007年漁期の漁獲量は近年の最高を記録したものの、漁獲量は微増に留まり、沖底統計資料の資源密度指数(図7)では逆に雌では前年を下回る結果となった。また 2008年のトロール調査による経産ガニの資源量は2007年の53%と激減し、ABCの算定にも大きな影響が生じている。そこで2007年に観測された経産ガニの資源量について検討を行った。

検討したのは下記の3点である。

1. 年級群の遷移率から比較した2007年と2008年の推定現存量
2. 桁網を使った2007年と2008年の比較
3. 海洋環境と分布密度の検討

1. 年級群の遷移率から比較した2007年と2008年の推定現存量

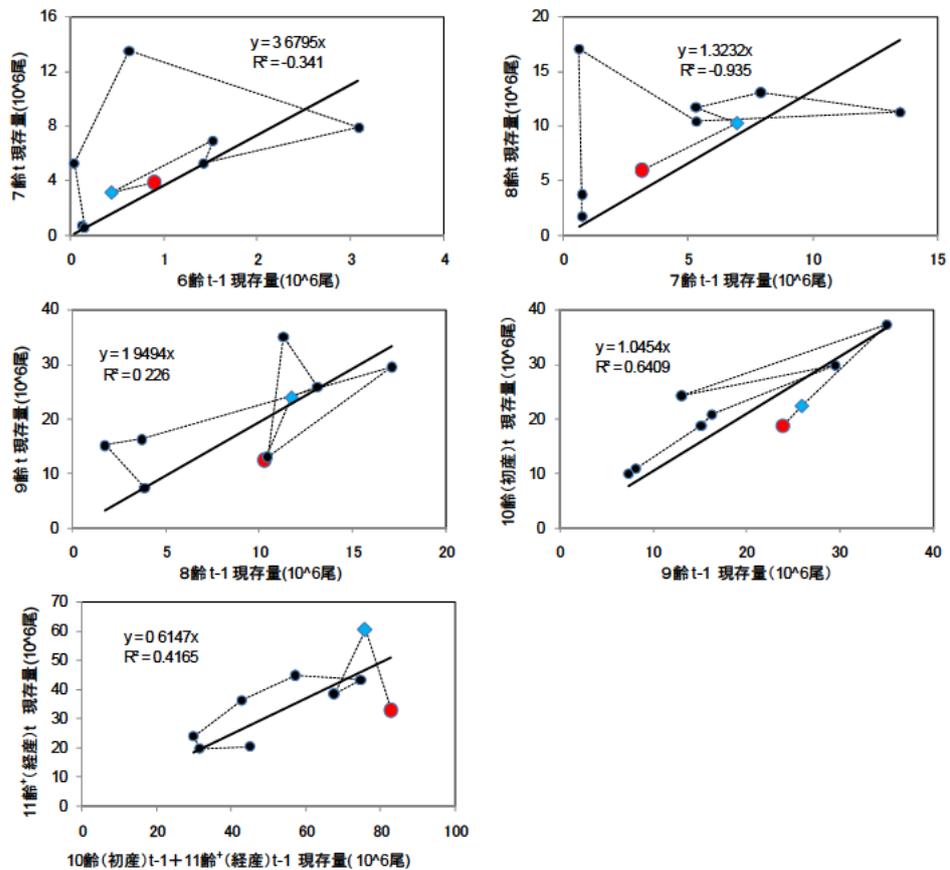
トロール調査で推定された年級群別の資源量の推移を補足図5-1-1に示した。

横軸にはある年級の資源尾数、縦軸は1年後のその年級の資源尾数を示しており、両者に強い関係があれば、1年前に次年の資源量を精度良く予測できる。

6齢や7齢など若齢期の関係は精度が低い、8齢と9齢、9齢と10齢(初産)のように高齢になるにしたがい、徐々に関係が安定してくる。

11齢は最終脱皮後となり、漁獲も始まるので同一に扱う事には問題があるが、2005年と2006年までの関係に比べ、2006年と2007年の関係は、2007年の経産が多く、逆に2008年は少なく表れている。

このように2008年の調査結果が前年の結果との関係で少なめに表れているのは、前年の9齢に対する2008年



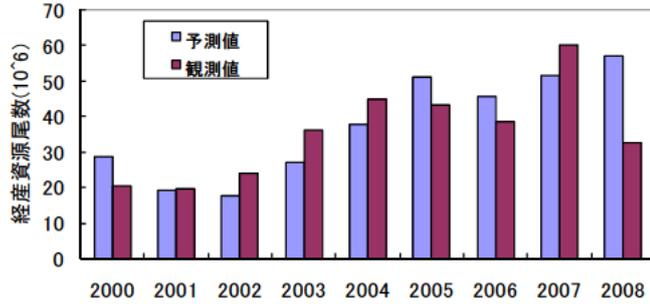
補足図5-1-1 齢期間の遷移率の変化 (赤丸は2007年に対する2008年の値、青四角は2006年に対する2007年の値)

の10齢、同じく8齢に対する9齢にもみられている。

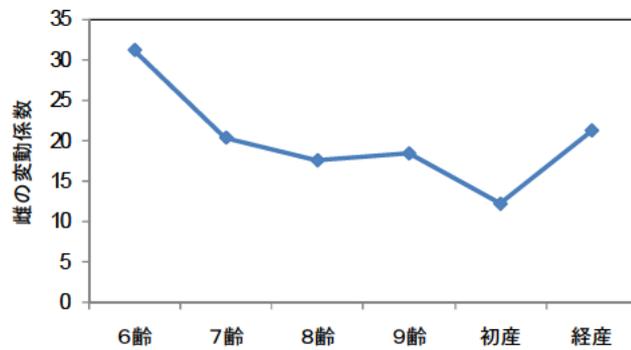
経産ガニの資源量は、前年に漁獲された経産ガニの生き残りと、前年は初産ガニで新規に経産ガニに加入してきた資源の合計である。補足説明資料2に示した計算方法により、前年の実際の漁獲量を加えて1年後の経産ガニの予測資源量と、実際に観測された経産ガニの資源量を補足図5-1-2に示した。

2007年は予測値よりも観測値が多く、逆に2008年は予測値よりも観測値が極端に少なく、前述の経産ガニの遷移率と同じ傾向を示した。これらの事は何らかの要因で、2007年は過大推定、2008年は過小推定している可能性がある事を示唆している。

遷移率では10齢の初産までは高齢となるに従い相関が高くなる。齢期別の変動係数をみると(補足図3-1-3)、高齢になるに従い、変動係数は低下するが、経産になると逆に上昇する。この理由としては、経産ガニの分布様式が他の齢期と異なるものと考えられるが、経産ガニの分布様式については桁網の項で記述する。



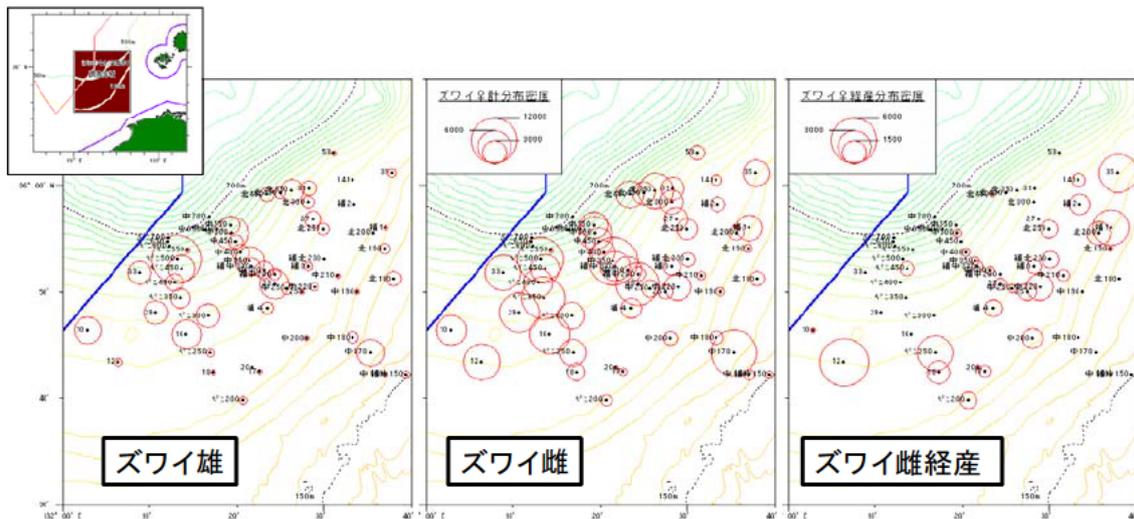
補足図 5-1-2 初産、経産ガニ資源量と漁獲量から計算した1年後の予測値と観測値の関係



補足図5-1-3 雌の齢期別変動係数(各年の平均値)

2. 桁網を使った2007年と2008年の比較

ズワイガニの詳細な分布様式を把握するために、2007年7月に補足図5-2-1に示す浜田沖でベニズワイ調査用の桁網(廣瀬ほか2006)による調査を行った。



補足図 5-2-1 浜田沖での桁網調査によるズワイの分布密度(2007年7月)

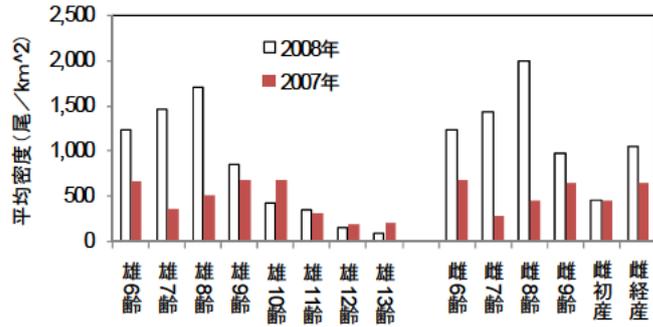
曳網水深は150~700m、曳網速度2ノット、曳網時間15分を原則とし、59回の曳網を行った。桁網の間隔と曳網距離から曳網面積を求め、漁獲効率を1とした分布密度を計算した。平均曳網面積は約5,300m²で、トロール網の約12%である。

ズワイガニは雌雄ともに調査海域で広く認められたが、経産ガニは水深200m付近の浅い水深帯にそって分布する傾向が認められた。

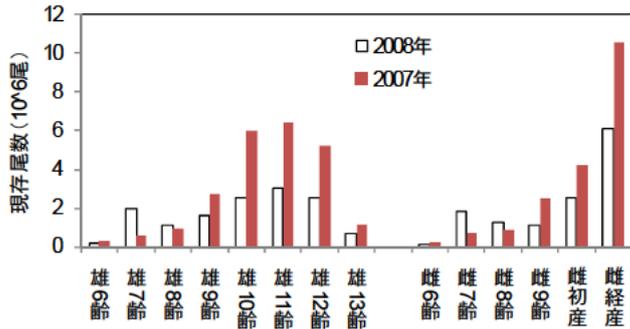
2008年はトロール調査でみられた経産ガニ資源量の変化を検証する目的で、2007年に行った桁網と同位置で、同じ桁網を使用し、同じ曳網方法で2008年7月に調査を行った。事故等により同一地点での比較が行えるのは57回である。

補足図5-2-2に2007年と2008年の年齢別平均密度を示す。雄の10歳より高齢を除き、2008年の密度の方が高い結果が得られた。これはトロール調査による浜田沖の結果(補足図5-2-3)と大きく異なる結果であり、トロール調査でみられた2008年の密度の減少は桁網の調査からは支持されない。

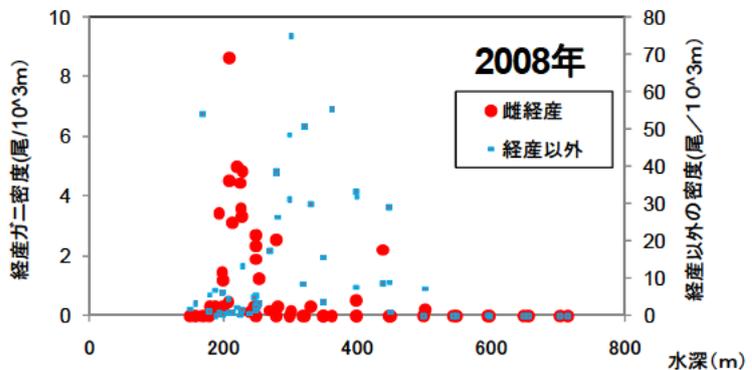
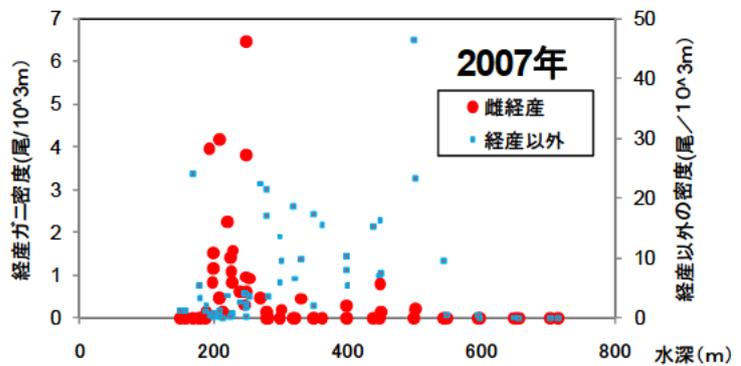
桁網の調査による、浜田沖の水深と分布密度との関係を補足図5-2-4に示す。補足図5-2-1に示したように、経産ガニは他の年齢の分布様式に比べて水深200~250m付近に極めて強い分布の集中が認められ、これがトロール調査における経産ガニの変動係数にも表れていると考えられる。



補足図 5-2-2 桁網による浜田沖同一57点の平均密度



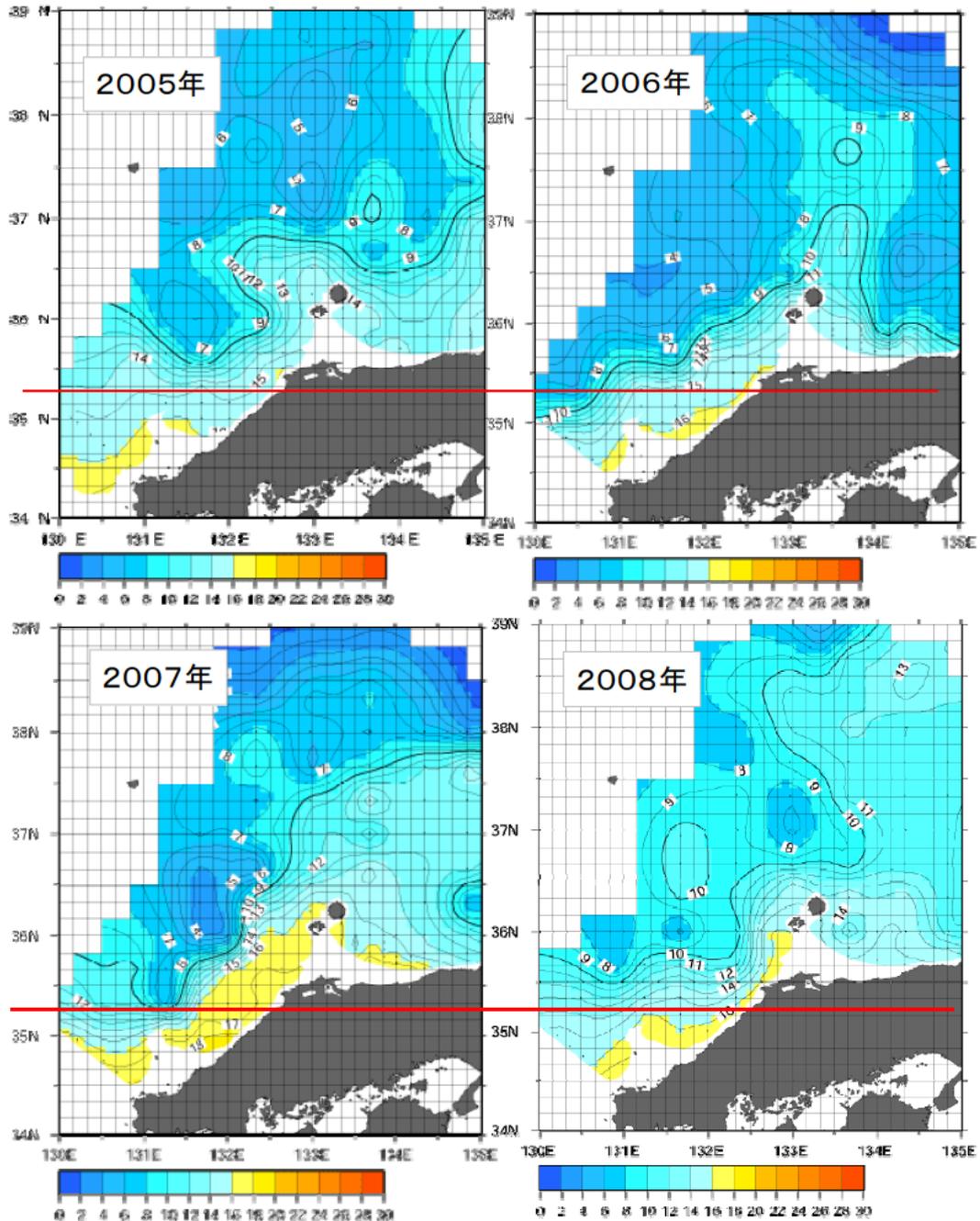
補足図 5-2-3 トロール調査による浜田沖の現存量



補足図 5-2-4 桁網による水深と分布密度

3. 海洋環境と分布密度の検討

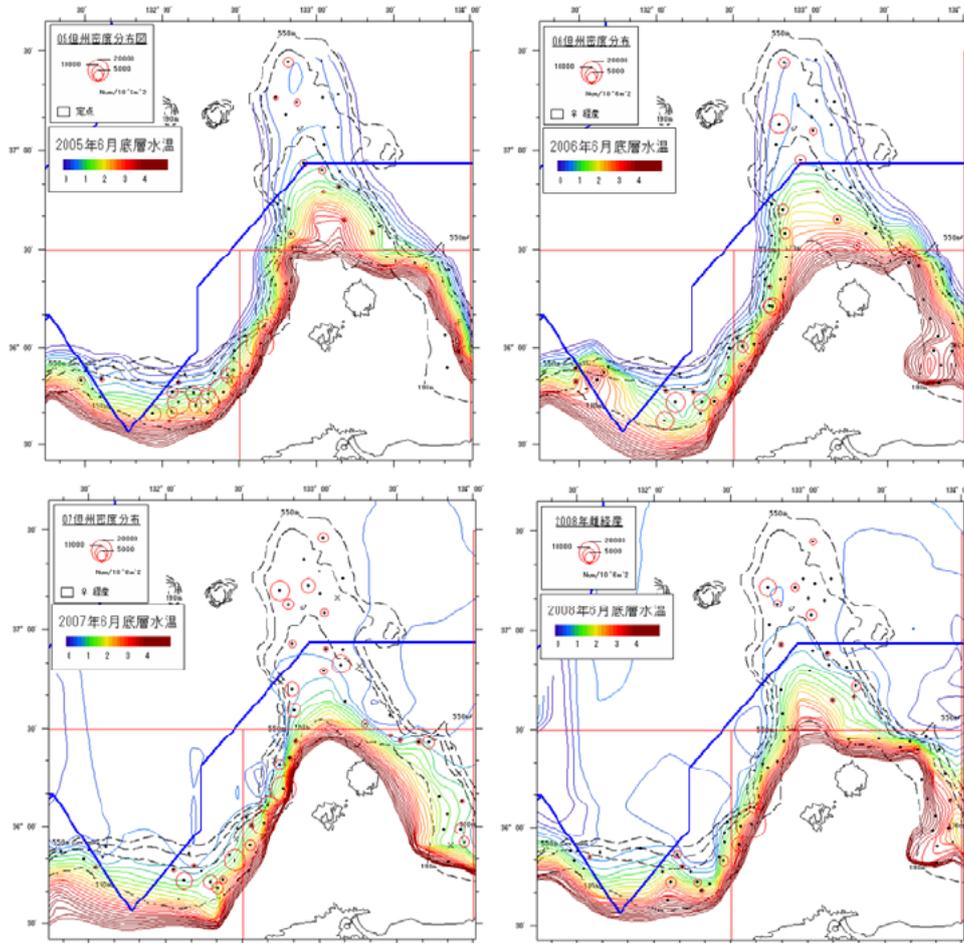
トロール調査による推定資源量の減少は、特に浜田沖、隠岐周辺及び隠岐北方のA海域の西部を中心に生じている。補足図5-3-1に水深100m層の最近4年間の水温分布を示した。100m層の水温分布からは、2007年には水温16℃以上の暖水が浜田沖から隠岐諸島西部にかけて広範囲に広がっていること。また、この暖水域の北に4℃未満の強い冷水が南下しており、暖水域との境に強い温度勾配が形成されている。



補足図 5-3-1 日本海西南海域における6月の水深100m層水温分布
(赤線は2007年6月の水温10℃ラインの最南端を示す)

鳥取県水産試験場 <http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=73054> 山陰沖合の水深別水温分布より

さらにトロール調査で観測された底層水温と、各県6月の定線観測で得られた最深水温で描いた底層水温分布と経産ガニの分布密度をみると(補足図5-3-2)、2007年には隠岐北方では冷水域が広がっており、浜田沖にも冷水の入り込みが認められる。また、トロール調査点の多くは暖水と冷水の境界付近に配置されており、冷水と暖水の挙動によっては水温環境が変化する可能性がある。



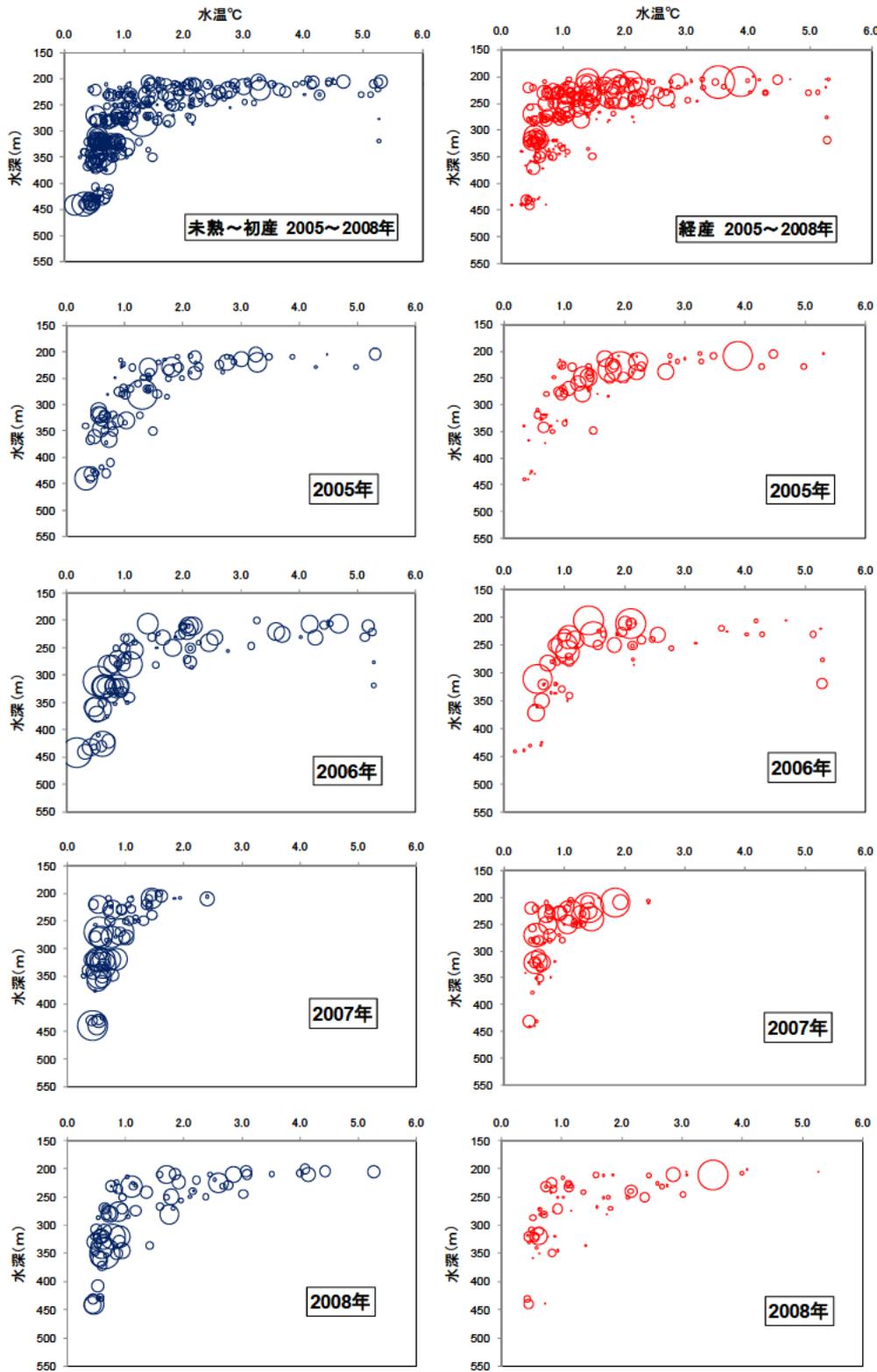
補足図 5-3-2 トロール調査と各県水試の観測による底層水温と経産ガニの分布密度

浜田沖～但馬沖におけるトロール調査時の水深、水温及び分布密度の関係を、経産と未熟～初産までを分けて補足図5-3-3に示した。2007年は他の年と比べて明らかに低水温化しており。他年では200m付近に見られる3℃以上の水温は観測されていない。このような調査点での低水温化、特に200m付近での環境が変化した場合、その分布様式の特徴から、経産ガニが最も強く影響を受けることが考えられる。

まとめ

以上のことから、2007年の推定資源量、特に経産ガニについては、おそらく水温環境による分布様式の変化がトロール調査に影響を与え、経産ガニを過大に評価した可能性がある。一方2008年の推定資源量は、経産ガニ以外の齢期でも現存量の減少がみられる事、また桁網の調査では

トロール網とは逆に多くの齢期で密度の上昇が認められることから、推定現存量が過小に評価されている可能性があるが、その原因については不明である。



補足図5-3-3 浜田沖～但馬沖でのトロール調査による、ズワイガニ雌の水深・水温・採集密度分布(右:経産ガニ、左:未熟～初産ガニ)